



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

QK
740
S7



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

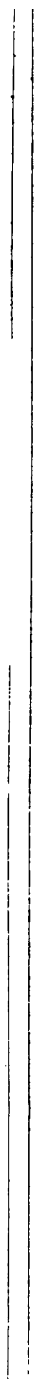
GIFT OF

Halle Mier

Class

BIOLOGY
LIBRARY
G





JUN 14 1905

**DER EINFLUSS
DES FEUCHTIGKEITSGEHALTES DES BODENS
AUF DIE KEIMUNG DER SAMEN.**

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG

DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

**VEREINIGTEN FRIEDRICHS-UNIVERSITÄT
HALLE - WITTENBERG**

VORGELEGT VON

UROSCH M. STAJITSCH

AUS WRANJE (SERBIEN).



HALLE a. S.

HOFBUCHDRUCKEREI VON C. A. KAEMMERER & Co.
1903.

QK740

S7

**BIOLOGY
LIBRARY
G**

Seiner lieben Mutter Sophia Stajitsch
geb. Wlaïnatz!

157005





I. Teil.

Der Einfluss des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens auf die Keimung der Samen.

1.

Die Frage, welchen Einfluss das Vorhandensein verschieden starker Feuchtigkeitsmengen im Boden auf die Keimung ausübt, ist bisher von wissenschaftlicher Seite wohl öfters betont, aber nicht allseitig genug untersucht worden.

Deshalb stellte ich mir die Aufgabe, zur Beantwortung dieser Frage eine Reihe von Untersuchungen auszuführen, welche folgende Punkte behandeln:

1. Das Verhalten der keimenden Samen bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden mit Rücksicht auf die Temperatur und Bodenbeschaffenheit.

2. Das Verhalten der keimenden Samen bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden bei einer hohen Temperatur, und

3. Das Verhalten der obenaufliegenden Saat bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden.

Briem,¹⁾ welcher in dieser Richtung einige Versuche mit Zuckerrübensamen anstellte, fand, dass die Keimung am raschesten und normalsten bei einer Bodenfeuchtigkeit von 17—7%, erfolge (ohne nähere Angabe des Bodens), ausserhalb dieser Grenzen aber verzögert würde, und dass

1) Ztschr. f. landw. und technische Fortschritte d. landw. Gewerbe. N. F. X. Jahrg. 1881. Febr.-Heft. S. 91—93. — Auszug nach Biedermann's Central-Blatt für Agr. Chemie 1882. XI. Jahrg. S. 80.

bei weniger als 5% und mehr als 22% Bodenfeuchtigkeit die Keimung nicht mehr eintrete.

Dr. Kinzel¹⁾ stellte die Versuche mit gequellten und nichtgequellten Samen bei einer Bodenfeuchtigkeit (Sandboden) von 7,5%, 15% und 25% an, und bekam die folgenden Resultate:

Das Vorquellen übt, mag viel oder wenig Feuchtigkeit im Boden vorhanden sein, keine sehr grosse Wirkung auf die Keimung des Rotklee samens aus, nur geht bei einem grösseren Wassergehalt im Boden die Keimung schneller vor sich und das Wachstum gestaltet sich üppiger. Dasselbe war der Fall bei der Zuckerrübe. Bei Seradella befördert höherer Feuchtigkeitsgrad die Keimungsenergie, wirkt aber auf das Wachstum nicht gleichmässig. Die Lupine keimt besser im feuchten Boden. Die Erbse keimte am besten bei einer fünfzehnstündigen Vorquellung und bei einer 15% betragenden Feuchtigkeit des Sandes. Die Gerste verträgt weder eine längere Quellung noch einen Überschuss an Wasser. Die günstigsten Verhältnisse sind bei einer sechsstündigen Quelldauer und bei einer Boden- (Sand)- Feuchtigkeit von 15%. — Zum Schluss bemerkt er, dass zu lange Quellung wie auch zu feuchter Sand auf einige Samen ziemlich ungünstig wirkt.

Die Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit hängt mehr von der Bodenart als von der Pflanze oder dem Samen ab. Nach Meyer²⁾ entspricht die Ausnutzungsgrenze der Bodenfeuchtigkeit durch Pflanzen ungefähr der doppelten maximalen Hygroscopicität des betreffenden Bodens, so trat z. B. das Welken der Erbse im Sande (max. Hygros. = 0,3% im Verhältnis zur Trockensubstanz), bei einem Wassergehalte von 1,3%, in Sägespänen (Hygros. = 1,9%) bei 33,4—34,4% und

1) Russisch, Dr. Sempelowski. Landw. Ztg. „Hasjain“. 1901. No. 30. St. Petersburg.

2) A. Meyer, Fühlings landw. Ztg. XXIV. (Neue Folge XIII) 1875. S. 87—97.

im Mergel (Hygros. = 1,9%) bei 4,7% ein. R. Heinrich¹⁾ fand, dass die Grenze die $1\frac{1}{2}$ fache max. Hygroskopicität überschreitet.

Sehr wertvolle Resultate bieten uns die Untersuchungen von Bogdanoff, nämlich, dass bei einem 0,15% (in % der Trockensubstanz) betragenden Feuchtigkeitsgrade des Sandes die Keimung (Kostromaweizen, grüne Erbse) noch stattfinden konnte; wogegen bei 0,09% (in % der Trockensubstanz) kein Same keimte. Bei dem Kaolin unterblieb schon bei 34,1% (in % der Trockensubstanz) die Keimung, und bei russischer Schwarzerde lag das Minimum der Ausnutzungsgrenze für den Kostromaweizen zwischen 6,6% und 7,3% (in % der Trockensubstanz). Derselbe Gegenstand ist noch von A. Schischkin,²⁾ Liebenberg,³⁾ Wetmer⁴⁾ und andern behandelt, welche im Allgemeinen zu denselben Ergebnissen wie Bogdanoff und Mayer gelangten.

Die Ursache der schroffen Differenzen dieser drei Bodenarten bezüglich der Ausnutzung der Feuchtigkeit seitens der Samen ist in ihrem Absorptionsvermögen für Imbibitionswasser zu suchen, welches beim Sande sehr gering (daher kommt es, dass keimende Samen dem Sande fast sämtliches Wasser entziehen), bei der Schwarzerde bedeutender, beim Kaolin aber am meisten entwickelt ist.

Unter normalen Bedingungen findet im Boden eine Bewegung des kapillaren Wassers nach den Verbrauchsorten statt. Der keimende Same mit seinen imbibitionsfähigen Bestandteilen bildet ein Anziehungszentrum. Die Bewegung ist um so grösser, je geringer die Widerstände sind, welche derselben entgegenstehen und je grösser die Absorptions-

1) Vers.-Stat. Bd. XLIII. 1893.

2) Wollny's Forschungen I, 1878. S. 27.

3) Ebenda S. 169 und ff.

4) S. Bogdanoff, Vers.-Stat. Bd. XLIII. 1893.

fähigkeit der Samen ist; letztere vermindert sich mit zunehmender Quellung, d. h. sie ist anfangs am grössten. — Nach Sachs¹⁾ ist jedes Bodenteilchen in einem halbausgetrockneten oder mit Wasser gesättigten Boden mit einer dünnen sphärenartigen Wasserschicht umgeben. Die Dicke dieser Wassersphären ist von den Adhäsionskräften abhängig; diese sind bei denjenigen Teilchen der Wassersphären am grössten, welche den Bodenteilchen am nächsten liegen. Sachs nimmt weiter an, dass die Wassersphären jedes Bodenteilchens ihrer Dicke nach in eine Anzahl sehr dünner Schichten geteilt sind. Jeder Same stört in seinem Wirkungsbereiche durch Imbibition des Wassers das Gleichgewicht zuerst bei der umgebenden Wasserschicht; damit das Gleichgewicht wieder hergestellt wird, müssen neue Wassermengen zuströmen und zwar zu der ihr zunächstliegenden Wasserschicht. Auf diese Weise findet eine fortwährende Wasserbewegung von den nächstliegenden Wasserschichten zum Verbrauchsorte statt. Der Same vergrössert durch Wasserabsorption seine Oberfläche und nähert sich den neuen, noch bisher unzugänglich gewesenen Teilen des Bodenwassers. Bei höherer Temperatur ist die Wasserbewegung rascher; das erklärt sich aus der bekannten Tatsache, dass bei höherer Temperatur die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme durch den Samen steigt. Bei grösserer Feuchtigkeit braucht der Same nicht von fern her Wasser aufzunehmen, da er es in der Nähe findet und deshalb ist sein Wirkungsbereich um so kleiner, je grösser der Feuchtigkeitsgrad ist.

Zu grosse und zu geringe Feuchtigkeit im Boden sind beide für die Pflanzen wie auch für die Samen sehr nachteilig. Bei zu geringer Bodenfeuchtigkeit wird der Keimprozess nur verzögert, der Keimling geht aber nicht zu Grunde, sondern entwickelt sich beim Eintritt günstiger Verhältnisse weiter. Bei zu grosser Feuchtigkeit aber ist der Same in wenigen Tagen verloren. Die Nachteile zu grosser Feuchtigkeit (stagnierende Nässe) sind hauptsächlich

1) Versuchs-Stat. II. Jahrg. S. 2 und ff.

auf eine ungenügende Durchlüftung des Bodens zurückzuführen. Wie wir früher erwähnt hatten, ist jedes Bodenteilchen im mässig feuchten Boden mit einer Wasserhülle umgeben. Nimmt der Wassergehalt noch weiter zu, so vergrössern sich die Wasserhüllen und bei dauernder Wasserzufuhr berühren sich die benachbarten Teilchen, fliessen zusammen, erfüllen alle kapillaren Räume vollständig und verdrängen die Luft aus dem Boden. Wenn die Hohlräume mit Wasser erfüllt sind und damit die Wasserkapazität erschöpft d. h. der Boden nicht mehr im Stande ist, die weiteren Wassermengen festzuhalten, so stauen und schlämmen die Bodenteile zusammen.¹⁾

Dr. Eidam²⁾ hatte bei verschiedenen Samenarten die Frage geprüft, ob die Feuchtigkeitsextreme für die keimenden Samen schädlich seien. Die Ausführung der Versuche geschah in teils hart, teils wenig hartgebrannten und daher weniger oder mehr durchlässigen Blumentopfuntersätzen. Die Körner wurden vorher gequellt, in den Näpfchen ausgebreitet, mit durchlöcherten Tondeckeln bedeckt und die so bedeckten Näpfchen in flache Blechgefässe eingesetzt, deren Boden mit einer niedrigen und gleichmässigen Wasserschicht bedeckt war.

Die Resultate waren folgende:³⁾

„Die mit genannten Samen in angegebener Weise vorgenommenen Keimungen zeigten alsbald in dem Prozentsatze ihrer Keimfähigkeit grosse Verschiedenheiten, und dass in der Tat das Wasser hierbei eine Rolle spielte, ergab sich aus folgenden Beobachtungen. Stets wurde das jeweilige höchste Keimungsprozent erreicht, sobald möglichst hartgebrannte und daher möglichst wenig feuchte Keimapparate zur Anwendung gelangt waren. Wurden ganz gleichmässige

1) „Die Lehre vom Pflanzenbau“ v. Fr. Schindler. Wien 1896. S. 42—43.

2) „Über die Schädlichkeit allzugrosser Zufuhr des Wassers für keimenden Samen“. Jahres-Bericht der schlesisch. Gesellsch. für vaterländische Kultur. 1878. Breslau.

3) Ebenda S. 120.

Apparate für jeden einzelnen Versuch genommen, so war auch das Ergebnis ein gleichmässiges, d. h. die Differenzen der gekeimten Samen unter sich betrugen nicht mehr als zwei bis höchstens vier Prozent. War aber der eine Apparat trocken, der andere in Folge seiner Durchlässigkeit für Wasser nass, so keimte in ersterem das richtige hohe Prozent, in letzterem blieben die Keimlinge mehr oder weniger aus, je nach der Menge des vorhandenen Wassers. War letztere sehr bedeutend, so keimte in manchen Fällen gar kein Same. Wurden aber die nassen Samen durch kurzes Trocknen an der Luft von überflüssigem Wasser befreit, darauf aus dem feuchten Apparat herausgenommen und in einem trockenen Näpfchen weiter beobachtet, so keimten sie alsbald nach und ihr Keimungsprozent erreichte endlich dasjenige der Samen in den schon anfangs trockenen Apparaten. Die Differenzen in den Keimungsprozenten schwankten bei den nass und trocken gehaltenen Samen zum Teil ganz ausserordentlich; so wurde bei einem Versuch mit *Poa pratensis* in den gleichmässig trocken erhaltenen Keimapparaten eine Keimfähigkeit von 21,75% erzielt, während ein zur selben Zeit mit derselben *Poa* in sehr feuchtem Apparat veranstalteter Versuch keinen einzigen Keimling lieferte. Bei Hafer ergab sich eine Differenz von 28—91%, bei Zuckerrüben von 110 bis 215 Keimlingen pro 100 Knäuel.“

Am Ende des Referats spricht sich Eidam so aus:

„Der Grund für die Schädlichkeit des Wassers ist vielmehr in anderer Richtung zu suchen; er liegt darin, dass die Samen durch eine Wasserhülle von unmittelbarer Berührung der Luft abgeschlossen sind, so dass dadurch der Zutritt des für die Keimung so notwendigen Sauerstoffs verhindert wird. Wie schon erwähnt, sind nur jene Samen, welche von besonderen Hüllen umgeben werden, in hervorragendem Grade gegen das ihnen bei dem Keimungsprozess zu reichlich gebotene Wasserquantum empfindlich. Dieses überschüssige Wasser ist es, welches sich zwischen den

Spelzen der Gräser oder den Hüllen der Runkelknäuel und den eigentlichen Samenkörnern ansammelt und infolgedessen die Kommunikation mit dem Sauerstoff beeinträchtigt. Solchen Samen, welche der Hüllen entbehren, auf welche also Wasser unmittelbar einwirken kann, bringt ein Überschuss an Feuchtigkeit viel weniger Nachteil; es geschieht dies nur in dem Fall, wo die Samenschale besonders dick und mehrschichtig ist, wie es Vortragender z. B. bei den Samen von *Cuscuta* beobachtete. Andere Samen, z. B. die der Papilionaceen, keimen, sobald sie gequollen sind, auch dann in reichlicher Weise, wenn sie nass gehalten werden.“

2.

Die Aufnahme des Wassers (Quellungsprozess) seitens der Samen beruht in der Regel auf dem Imbibitionsvermögen der Samenhülle und auf osmotischem Prozess des Sameninhaltes. Das Wasser wird zunächst von den Zellmembranen der Testa aufgesaugt und dann weiter im Innern des Samens verbreitet, und zwar auf osmotischem Wege, da die Samenzellen sehr reich an solchen Stoffen sind, welche das Wasser begierig anziehen. Von den Stoffen, welche hier in Betracht kommen, kommt die grösste Imbibitionsfähigkeit den Eiweissstoffen zu. H. Ritthausen¹⁾ fand, dass der Gehalt des feuchten Klebers an Trockensubstanz für die zwei reichsten Weizensorten unter 30%, sonst aber zwischen 31,2% und 37,9% (meistens 33—35%) betrug, was einer Menge von 186—203% Imbibitionswasser in % der Trockensubstanz entsprach. Bogdanoff²⁾ bekam Ergebnisse, die denjenigen Ritthausens ziemlich analog waren, nämlich in einem Falle z. B. 178,4% Wasser in % der Trockensubstanz. Selbst innerhalb dieser Eiweissgruppe herrscht im Bezug auf die Imbibitionsfähigkeit eine Verschiedenheit. Bogdanoff³⁾ führt einige Bemerkungen aus

1) „Die Eiweisskörper der Getreidearten u. s. w.“ 1872. p. 16.

2) Vers.-Stat. XLII. Berlin 1893.

3) Ibidem.

Ritthausens „Eiweisskörper“ zur Klarstellung dieses physiologischen Vorganges an, welche wir hier anführen. Er äusserte sich so: „Die vier Hauptbestandteile des Weizenklebers: das Glutenkasein, Gliadin, Mucedin und das Glutenfibrin unterscheiden sich durch ihre physikalischen Eigenschaften noch auffallender von einander als durch ihren Stickstoffgehalt,¹⁾ wobei von den beiden ersten Cohäsion, Dehnbarkeit und dergl. Eigenschaften des Klebers abhängen; während die Gegenwart der letzteren beiden in umgekehrtem Sinne wirkt, so dass ein daran reicher Kleber sich schwieriger und unvollkommen aus dem Mehle auswaschen lässt.²⁾ Je nach dem relativen Gehalte des Weizens an den genannten Stoffen können 66,8—88,1 % des Gesamteiweisses als Kleber gewonnen werden.“³⁾ Indem er Ritthausens Angaben einerseits für die Weizensorten zusammenstellte bei denen sich weniger als 73 (im Mittel 69,7 %) des Gesamteiweisses als Klebers auswaschen lassen, andererseits aber für diejenigen, bei denen die Ausbeute an Kleber mehr als 83 (im Mittel 85,5 %) desselben beträgt, ergab sich für die ersteren der mittlere N-Gehalt des (bei 120° getrockneten) Klebers gleich 13,86 %, und der Gehalt des feuchten Klebers an Trockensubstanz gleich 34,66 %; für die letzteren aber 14,26 % N und 32,01 % Trockensubstanz. „Der leichter auszuscheidende und N-reiche Kleber hält also im allgemeinen mehr Wasser zurück und es ist daraus zu schliessen, dass dem Glutenkasein und Gliadin ein grösseres Imbibitionsvermögen zukomme, als dem Mucedin und Glutenfibrin. Dadurch lassen sich viele Eigentümlichkeiten des Bedürfnisses keimender Samen an Wasser erklären; es ist dasselbe z. B. für die an Eiweissstoffen relativ arme (6,94—10,31 % der lufttrockenen Körner), an Cellulose aber reiche Cheraliergerste, und für den gewöhnlichen Weizen ungefähr gleich, wahrscheinlich infolge des vorwiegenden Gehaltes

1) „Eiweisskörper“ pp 68, 62, 67.

2) Ibidem p. 5.

3) Ibidem p. 12.

der ersteren an Glutenskasein; das geringe Wasserbedürfnis des Maises beruht, abgesehen vom niedrigen Eiweissgehalte überhaupt, auch auf dem Vorwalten des Fibrins in demselben. Der Roggen enthält vorwiegend Glutenskasein, der sehr wasserbedürftige Hafer aber ein dem Legumin der Papilionaceen nahestehendes Kasein; daraus wäre zu schliessen, dass das Legumin noch viel imbibitionsfähiger sei als das Glutenskasein, womit auch das hohe Wasserbedürfnis des Papilionaceen überhaupt in vollkommenem Einklange steht; die Lupinen aber und sonstige Conglutin, statt Legumin enthaltende Papilionaceen nehmen besonders viel Wasser bei ihrer Keimung auf, woraus wir auf eine selbst die des Legumins übertreffende Imbibitionsfähigkeit des Conglutins schliessen müssen.“ —

Die Imbibitionsfähigkeit der Stärke hängt zweifellos von der Grösse und dem Bau ihrer Körper ab.

Payen¹⁾ fand, dass die Menge des aufgenommenen resp. festgehaltenen Wassers in Stärke auf 35,7% und 75%, oder 55% resp. 82% im Verhältnis zur Trockensubstanz, betrug.

Nägeli²⁾ stellte fest, dass der Wassergehalt der frischen Körner im Allgemeinen zwischen $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{2}$ variiert.

Bogdanoff³⁾ fand, nach eigener Untersuchung, 70% Wasser im Verhältnis zur Trockensubstanz.

Sachs⁴⁾ hatte ferner bei Cellulose einen Wassergehalt von 32% in % der Trockensubstanz nachgewiesen.

Godlewski⁵⁾ hat auch einige Zahlen über Wassergehalt in Cellulose angegeben, nach Bogdanoff⁶⁾ aber erscheinen diese Werte zu hoch und Godlewskis Methode selbst weniger zuverlässig. Godlewski fand z. B. für das

1) Ann. d. sc. nat. 1838, p. 77.

2) C. Nägeli, „Die Stärkekörner“. 1858, p. 51.

3) Vers.-Stat. XLII. 1893.

4) „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“. 1882, p. 288.

5) Central-Blatt (botanisches) XXV. 1836, S. 236.

6) Vers.-Stat. XLII. 1893.

Holz von *Prunus Mahaleb* einen Wassergehalt von 90,1 % bis 92,5 %. Bogdanoff führt weiter aus, dass die Imbibitionsfähigkeit um so grösser sei, je mehr der betreffende Same Eiweissstoffe enthält und um so geringer, je mehr Stärke und besonders Cellulose in demselben ist. „Da, bei den Weizensorten wenigstens, die Verminderung des Gehaltes an Eiweisssubstanzen mit einer ungefähr gleichen Vermehrung des Stärkegehaltes einhergeht, so wird durch dieselben Data auch die das Bedürfnis an Wasser gewissermassen herabsetzende Wirkung der letzteren illustriert. Der Einfluss verholzter Cellulose lässt sich an den Spelzarten studieren, die, trotz der Reinheit, also eines bedeutenden Eiweissgehaltes ihrer eigentlichen Körner, ein besonders geringes Wasserbedürfnis aufweisen.“ — — — — —

— — — — — „Es kann aber dennoch die verschiedene Imbibitionsfähigkeit von Kleber, Stärke und Cellulose noch nicht alle Eigentümlichkeiten des Wasserabsorption durch keimende Samen erklären. Obgleich z. B. die Gerste an Proteinstoffen und Stärke ungefähr ebenso reich, an verholzter Cellulose aber nur etwas reicher ist, als der Roggen, der Hafer an Stärke und Eiweissgehalt der Gerste nachsteht und letztere durch seinen Cellulosegehalt übertrifft, so verlangt doch der Roggen weit mehr Wasser zur Keimung als die Gerste und der Hafer selbst mehr als der Roggen.

Unbegreiflich bleibt auch das relativ grosse Wasserbedürfnis der Leguminosen, welches durch Reichtum an Proteinstoffen allein, besonders in Erwägung ihres geringen Stärkegehaltes, nicht zu erklären ist.“

3.

Um den Samen aus seiner Keimruhe zu erwecken, ist unbedingt notwendig, dass derselbe durchfeuchtet wird, sowohl der Embryo als auch der die Reservestoffe enthaltende Teil. Die Menge des dazu notwendigen Wassers ist, je nach der Samenart, sehr verschieden. Darüber liegen uns

zahlreiche Untersuchungen von Schleiden,¹⁾ R. Hoffmann,²⁾ Fr. Nobbe³⁾ und Fr. Haberlandt⁴⁾ vor, auf welche hier nur hingewiesen sei. Durch sehr grosse Wasseraufnahme zeichnen sich besonders die Samen der Leguminosen aus; wogegen die fettreichen Samen, sowie die Früchte der Gramineen ein ausserordentlich geringes Absorptionsvermögen zeigen. Auch die Grösse der Samen wirkt wesentlich auf die Quantität des aufgenommenen Wassers. Nach Untersuchungen von G. Marek⁵⁾ und Detmer⁶⁾ ergab sich, dass, je grösser und schwerer die Samen sind, um so weniger Wasser dieselben zu absorbieren vermögen. Die Ursache dieser Erscheinung sucht Wollny⁷⁾ darin, „dass die grossen und kleinen Samen relativ verschiedene Quantitäten solcher Substanzen enthalten, welche für das Zustandekommen der Quellung von Bedeutung erscheinen“.

Die Zeit, welche zur Aufnahme des zum Keimen nötigen Wassers notwendig ist, ist je nach der Samenart verschieden. Die Erbsen, Getreidearten, insbesondere Raps, Mohn etc. absorbieren das Wasser sehr rasch, so dass sie nach 24 Stunden vollständig durchfeuchtet werden, dagegen Mais, Bohnen, Esparsette, Serradella, Zuckerrübe beanspruchen einen viel längeren Zeitraum zur Wasseraufnahme; es kommt dies von der Beschaffenheit ihrer Hülle, die bei diesen Samenarten dicker und härter als bei den vorher erwähnten ist. — Die Keimversuche, welche zu Hohenheim von 1878 bis 1885 unternommen wurden, zeigten, dass sich durch Schwerquell-

1) s. C. J. Eisbein, „Die Drillkultur“. 1863, p. 23.

2) Jahresber. der agr. chem. Versuchsstat. in Böhmen. 1864, p. 6.

3) Nobbe, „Samenkunde“. Berlin 1876, p. 119.

4) Fr. Haberlandt, „Der allgemeine landwirtschaftliche Pflanzenbau“. Wien 1878, S. 99.

5) „Das Saatgut und dessen Einfluss auf die Menge und Güte der Ernte“. Wien 1875, S. 99.

6) „Vergleichende Physiologie des Keimprozesses“. Jena 1880, S. 79.

7) „Saat und Pflege“. Berlin 1885, S. 19.

barkeit am meisten Weissklee, Bastardklee und Luserne auszeichneten.¹⁾

Die Quellung im Wasser geht viel rascher vor sich als in feuchter Erde. Die Samen, welche im Wasser eine Zeit von 24—48 Stunden brauchen, um zu quellen, müssen in Erde zwei- oder viermal längere Zeit bleiben, um dieselbe Quantität von Wasser in sich aufzunehmen.

Es ist hier noch zu erwähnen, dass auf die Schnelligkeit der Wasseraufnahme durch die Samen auch die Temperatur sehr grossen Einfluss ausübt und zwar erfolgt die Quellung um so rascher, je höher die Temperatur ist. Das lehren uns die Versuche von Dimitriewitsch,²⁾ auf welche wir hier nicht näher eingehen wollen.

4.

Die chemischen Veränderungen, welche bei der Keimung der Samen gewöhnlich vorkommen, haben schon ältere Physiologen mittels ihrer damaligen Forschungsmittel aufzuklären versucht, wie z. B. Ingenhous, Th. de Saussure und andere. Späterhin Boussingault, Russ, Oudenmans etc. und in der letzten Zeit verschiedene landwirtschaftliche Versuchs-Stationen, welche viel an der Aufklärung dieses Prozesses gearbeitet haben.

Jul. Sachs³⁾ war der erste, welcher nachgewiesen hatte, dass das Fett der ölhaltigen Samen beim Keimen zuerst in Stärke übergeführt werde, und zwar entweder ganz oder zum Teil und dass im Laufe der Keimentwicklung das Öl und die Stärke verschwinden und an ihrer Stelle Zucker auftrete, welcher zur Zellbildung sehr notwendig sei.

1) O. Kirchner, „Über wissenschaftl. Wert schwer quellbarer Kleesamen“. Mitteilungen aus dem Samenprüfungsamt Hohenheim. 1886.

2) Haberlandt, Wissenschaftl. prakt. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Wien 1875. Bd. I. S. 77.

3) Botanische Ztg. XVII. S. 177. 1859.

Diesen Stoffwechsel beim Keimen studierten weiter: E. Peters,¹⁾ Beyer²⁾ (bei Lupinensamen), Münz³⁾ (bei Raps-, Radischen- und Mohnsamen), J. Schröder⁴⁾ (bei Schminkbohne) und andere.

Der Vorgang⁵⁾ besteht darin, dass eine allgemeine Auflösung der im Samen enthaltenen Stoffe eintritt und zwar werden zuerst leichtlösliche resp. wasserlösliche Stoffe aufgelöst, wie Zucker, Gummi, Albumin und andere. Diese Stoffe werden nur dann von der Keimpflanze verwertet, wenn sie durch die Zellmembranen zu diffundieren vermögen. Die unlöslichen, wie die Stärke, die Fette, der Kleber etc. müssen daher, ehe sie in die Keimpflanze gelangen, chemisch verändert und auf diese Weise transportfähig und löslich gemacht werden. — Obwohl der Prozess, die Auflösung der Eiweissstoffe beim Keimen, vielseitig untersucht worden ist, ist er doch noch nicht geklärt und die Anschauungen darüber sind verschieden. Es scheint sicher, dass die im Wasser nicht gelösten Eiweissstoffe entweder durch eine Einwirkung von Fermenten, welche bei der Keimung entstehen, in Peptone übergehen, welche leicht diffundieren, oder dass sie durch Abspaltung stickstoffhaltiger Körper zur Translokation geeigneter gemacht werden. Unter diesen kommt Asparagin besonders häufig vor, welches sich nicht nur bei keimenden Samen von Papilionaceen, sondern auch bei vielen andern, so auch bei Gramineen bildet. Nach Pfeffer scheint dasselbe keinen anderen Zweck zu haben, als die Vermittelung der Fortwanderung der Reserve-eiweissstoffe.

1) Peters, „Zur Keimungsgeschichte der Kürbissamen“. Vers.-Stat. III. 1 und ff.

2) Beyer, Vers.-Stat. XI. S. 168 und ff.

3) Münz, Ann. de Chim. et Physik. 1871, s. „Samenkunde“ v. Nobbe.

4) Schröder, Vers.-Stat. X. 493.

5) s. „Saat und Pflege“ v. Wollny. S. 28. und ff.

Auch Kali, besonders phosphorsaures Kali ist nach Wollny¹⁾ von sehr grosser Bedeutung für die Löslichkeit der Eiweissstoffe in den Samen, weil, je mehr diese mineralischen Stoffe in den Samen enthalten seien, um so leichter die Lösung der Eiweissstoffe zu Stande komme. — Die Auflösung der Stärke geschieht entweder so, dass sie in eine andere Modifikation übergeführt wird oder durch Diastase — ein amylohydrolytisches Enzym und zwar ein aus stickstoffhaltigen Stoffen entstandenes Ferment, in Dextrin und Zucker umgewandelt wird.

Aus dem Öl entsteht zunächst die Stärke.

Die Wände der Endospermzellen quellen auf und werden gallertartig, dünner, und lösen sich vollständig auf. Die aufgelösten Stoffe aus dem Endosperm resp. aus den Cotyledonen, die in den Keimling übergeführt werden, unterliegen wieder einer Rückbildung oder Umsetzung, wie z. B. Asparagin wieder in Eiweissstoffe übergeht etc. Bei diesem Prozess ist das Licht äusserst notwendig, da nur unter seiner Anwesenheit sich der Vorgang normal vollziehen kann.

Von hervorragender Bedeutung ist die Beteiligung des Sauerstoffs bei dem Stoffwechsel in dem keimenden Samen, weil ohne Luft bzw. Sauerstoff die Keimung überhaupt nicht denkbar ist. Er unterhält die Atmung als Verbrennungsprozess bei der Keimung, ferner findet ohne ihn weder eine Assimilation noch eine Stoffumwandlung statt. „Die Notwendigkeit der Sauerstoffzufuhr ergibt sich zunächst aus der Tatsache, dass die Bewegung des Protoplasmas, wie solche in allen Zellen, welche der Neubildung und Vermehrung fähig sind, eintritt, ohne Sauerstoffzufuhr nicht möglich ist. Schon aus diesem Grunde ist letztere bei der Keimung unentbehrlich; denn der sich entwickelnde Keimling, die sich entfaltende Knospe u. s. w. enthalten gerade in grosser Zahl solche Zellen, in welchen lebhaft

1) Wollny, „Saat und Pflege“. Berlin 1885. S. 28 und ff.

Bewegungsvorgänge des Protoplasmas in die Erscheinung treten. Mit der Sauerstoffaufnahme sind gleichzeitig gewisse Oxydationsvorgänge verbunden, bei welchen Kohlensäure entsteht und Wärme entbunden wird. Die Verbrennung, welche bei der Keimung einen sehr intensiven Verlauf nimmt, findet auf Kosten der Kohlenhydrate statt, welche dabei eine vollständige Oxydation bis zur Kohlensäure erleiden und demnach zum grossen Teil zerstört werden. Dies hat zur Folge, dass bei der Keimung ein Verlust an organischer Substanz stattfindet, welcher bei den verschiedenen Reproduktionsorganen verschieden, im allgemeinen ein ziemlich beträchtlicher ist“.

„Der Sauerstoffverbrauch ist bei der Keimung stärke-mehlhaltiger Samen dem Volumen nach der Kohlensäureabgabe proportional; dagegen wird bei den fettreichen Samen im Verhältnis zur auftretenden Kohlensäure mehr Sauerstoff verbraucht. Erklärlich wird dies, wenn man berücksichtigt, dass bei der Keimung der Samen letzterer Kategorie das Fett in Kohlenhydrate übergeführt oder auch völlig verbrannt wird. In beiden Fällen wird eine beträchtlichere Menge Sauerstoff zur Oxydation verwendet, als bei denjenigen Keimungsprozessen, bei welchen nur Kohlenhydrate verbrennen und der zugeführte Sauerstoff nur zur Bildung von Kohlensäure dient. Es erklärt sich auch hieraus, dass im Anfang der Keimung fetthaltiger Samen sich verhältnismässig geringe Mengen von Kohlensäure für den aufgenommenen Sauerstoff bilden, weil eben im Anfang die Fette in Angriff genommen werden und erst nach deren Überführung in Kohlenhydrate eine Verbrennung dieser in grossem Massstabe beginnt.“ (Wollny).



II. Teil.

Die nachfolgenden Keimungsversuche wurden im Laboratorium des landwirtschaftlichen Instituts zu Halle a. S. ausgeführt und zwar teils im Sande — einem tertiären weissen Sande, der durch ein Sieb von 1 mm Lochweite gegangen war, wie er im landwirtschaftlichen Institut meist zu Keimungsversuchen benutzt wird, teils in toniger Gartenerde (durch ein 2 mm Sieb gesiebt), welche aus dem Garten des landwirtschaftlichen Instituts stammte. Beide Bodenarten zeigten trotz ihrer extrem verschiedenen physikalischen Eigenschaften beinahe gleiche Übereinstimmung in ihrem Absorptionsvermögen für Wasser — in der Wasserkapazität. Beim Sande von <1 mm Korngrösse wurde die Wasserkapazität zu 29,04%, bei der Gartenerde, ebenso von <1 mm Korngrösse zu 30,3% festgestellt. Auch die Gartenerde von <2 mm Korngrösse zeigte dieselbe Wasserkapazität wie von <1 mm.¹⁾

1) Die Wasserkapazität ist nach der Methode, welche im Laboratorium des genannten Instituts am häufigsten angewendet wird, ermittelt. Dazu verwendet man ein viereckiges Zinkkästchen von 17 cm Höhe und 3 cm Weite, dessen Raum 153 cm³ umfasst. Der Boden des Zinkkästchens ist mit feinem Drahtgeflecht (Sieb) versehen, auf den man bei Ausführung des Versuches ein Stückchen angefeuchtetes Papier (Fliespapier) oder Leinwand legt, welches an den Boden und an die Seitenwände mit einem Glasstabe fest angedrückt wird. Darauf wird das innen angefeuchtete Zinkkästchen gewogen und alsdann mit feingeriebener, lufttrockener und durch ein 1 mm oder 2 mm Sieb gesiebter Erde unter gelindem Anklopfen gefüllt und wieder das Ganze gewogen. Das Kästchen mit seinem durchlöchernten Boden wird in eine ebenfalls viereckige, aber doppelt so breite Schale mit ebenem Boden gestellt, in welcher das Wasser 2 cm hoch steht und in dieser Höhe erhalten wird. Sobald die Oberfläche

Die Menge des hygroskopischen Wassers war bei beiden Bodenarten sehr gering; beim Sande wurde 0,07% hygroskopischen Wassers gefunden, bei der Gartenerde 2,69%.

Zur Bestimmung der Humussubstanz in der Gartenerde wurden zwei Methoden angewendet, nämlich die durch Bestimmung des Glühverlustes und die durch Elementaranalyse nach Loges;¹⁾ bei der ersten fand man 6,6%, bei der zweiten, der genaueren, 4,0511% Humus.

Die Schlämmanalyse ist nach dem Kühn'schen Verfahren ausgeführt.²⁾ Der Hauptunterschied zwischen beiden Bodenarten, wie aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich, liegt

des eingefüllten Bodens feucht ist, was je nach der Beschaffenheit des Bodens in kürzerer oder längerer Zeit geschieht, wird das Kästchen herausgenommen, aussen abgetrocknet und gewogen. Das Wiegen muss solange wiederholt werden, bis ein konstantes Gewicht erreicht ist. Die Gewichtszunahme ergibt die Menge des absorbierten Wassers, welche in Prozenten des lufttrockenen sowohl, als des völlig wasserfreien Bodens berechnet wird.

1) Vers.-Stat. 1883. Bd. 28. S. 229. od. König, Unters. d. landw. wicht. Stoffe 1898. S. 15.

2) Der Schlämmapparat besteht aus einem Glaszylinder von 30 cm Höhe (Masse im Lichten verstanden) und 8,5 cm Durchmesser. Bei 28 cm Höhe findet sich ein eingeritzter, horizontaler Strich („Marke“). Der Zylinder ist bei 5 cm Höhe (vom Boden beginnend) mit einem Tubus versehen, welcher überall gleich weit ist und mit der inneren Zylinderwand möglichst scharf abschliesst, so dass zwischen dem zum Verschluss dienenden Kautschuk- oder Korkstopfen und seiner inneren Wand beim Schlämmen sich kein Sand absetzen und dann mit den abschlämbaren Teilen fortgeführt werden kann. Solcher Zylinder fasst bis zur Marke $1\frac{1}{2}$ l Wasser und bis zum unteren Rande der Tubusöffnung 283,7 cm³; ca. $\frac{1}{4}$ l fließt nicht ab beim Schlämmen. 50 gr des steinfreien Bodens (< 2 mm) werden in eine grosse Porzelschale gebracht, dazu wird reichlich Wasser gegeben und auf freier Flamme unter häufigem Umrühren so lange in gelindem Sieden erhalten, bis alle Bodenteilchen völlig zerkocht und von einander getrennt sind. Der zerkochte Boden wird mittels eines Glas- oder Blechtrichters in den Schlämmzylinder eingebracht und darauf mit Wasser bis zur Marke gefüllt und mit einem Holzstabe tüchtig umgerührt und des Absetzens halber 10 Minuten stehen gelassen. Nach 10 Minuten wird das Wasser durch die Tubusöffnung abgelassen und aufs Neue Wasser eingefüllt, um-

besonders in den abschlämbaren Teilen, welche bei Gartenerde 40,424⁰/₀, beim Sande nur 0,836⁰/₀ betrugen. Wenn man aber die für feinen und feinsten Sand erhaltenen Zahlen betrachtet, so sieht man, dass die Menge derselben beim weissen Sande zweimal grösser ist als bei Gartenerde; nur daraus kann sich die grosse Wasserkapazität des Sandes erklären.

Tabelle 1.

Bezeichnung des Bodens	K i e s		S a n d				Abschlamm- bare Teile
	Grob- kies >3 mm	Fein- kies >2 mm	Perl- sand >1 mm	Grob- sand >1/2 mm	Feinsand >1/4 mm	feinster Sand <1/4 mm	
Weisser Sand	—	—	—	0,942 ⁰ / ₀	39,904 ⁰ / ₀	58,318 ⁰ / ₀	0,836 ⁰ / ₀
Tonige Garten- erde.	1,644 ⁰ / ₀	3,648 ⁰ / ₀	2,7 ⁰ / ₀	5,656 ⁰ / ₀	19,944 ⁰ / ₀	25,984 ⁰ / ₀	40,424 ⁰ / ₀

Die Ausführung der Versuche fand in glasierten und hartgebrannten Tonschalen (Blumentopfuntersätzen) mit ebenem Boden statt, welcher für das Wasser völlig undurchlässig war. Der Durchmesser derselben variierte zwischen 16 und 17 cm und die Tiefe zwischen 3 und 4 cm, so dass für jeden Samen ein Ausnutzungsbereich von mehr als 1 cm³ geschaffen wurde, was nach Bogdanoff¹⁾ vollständig genügt. Die Schalen wurden zuerst getrocknet und dann gewogen, und nach jedem geendeten Versuche wurde wieder getrocknet und gewogen, um jeden Irrtum auszuschliessen. Jede Schale erhielt zuerst je

gerührt, 10 Minuten absetzen gelassen und es wird so lange in dieser Weise fortgefahren, bis das Wasser oberhalb der Ausflussöffnung klar erscheint. Der Inhalt des Zylinders wird darauf getrocknet, gewogen und durch 3, 2, 1, 1/2 und 1/4 Millimetersiebe in 6 Korngrössen getrennt und nochmal einzeln gewogen. — Näheres darüber bei Dr. Fr. Steinriede, Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse. Leipzig 1889.

1) Vers.-Stat. Bd. XLII. Berlin 1893.

200 gr lufttrockenen Sand, der eine Schicht von 1 cm Höhe bildete; auf dieser Schicht wurden die Samen ausgelegt in gleicher Entfernung von einander, und zwar die Embryoseite nach oben gekehrt, so dass die Plumula, sobald sie zu keimen beginnt, gleich nach oben ohne bedeutende Biegung hinzuwachsen und rechtzeitig an der Oberfläche des Bodens zum Vorschein zu kommen vermochte. Die ausgelegten Samen wurden darauf im ersten Versuche mit ebenfalls 200 gr Sand bedeckt, die Oberfläche des Sandes geebnet und so eine Deckschicht von 1 cm Höhe gebildet.

Die erforderliche Quantität Wasser wurde mittels einer Pipette tropfenweise und überall gleichmässig zugegeben, mit Ausnahme der absichtlich mit geringeren Feuchtigkeitsmengen versehenen Schalen. Bei einem Wasserzusatz von 11,616% beim Sande und 12,12% bei Gartenerde und weniger, wo die betreffenden Wassermengen nicht ausreichten, um die ganze Masse des Bodens zu durchtränken, wurden zunächst die ersten 200 gr Sand befeuchtet und erst nach tüchtigem ohne Verlust bewirkten Umrühren und Reiben mit einem Eisenspatel — wobei eine gleichmässige Befeuchtung der ganzen Masse erreicht wurde — erfolgte die Auslegung der Samen. Die anderen zur Bedeckung erforderlichen 200 gr Sand wurden auf dieselbe Art behandelt. Die Befeuchtung der Gartenerde erfolgte in der gleichen Weise. Nach Zugabe des Wassers wurde die Oberfläche der beiden Bodenarten mittels eines spitzen Eisenstabes „geeggt“, um den zum Keimen ausgelegten Samen mehr Luft resp. Sauerstoff zu verschaffen.

Die Tonschalen wurden mit Glasplatten bedeckt, um eine zu starke Verdunstung zu vermeiden. Der Raum, in welchem die Tonschalen beim ersten Versuche zur Keimung aufgestellt waren, hatte eine Temperatur, welche zu diesem Zwecke besonders günstig war; grosse Temperaturschwankungen sind während der ganzen Versuchsdauer nicht vorgekommen. Jeden Vormittag wurden die Schalen gewogen; der durch Wiegen ermittelte Gewichtsverlust ward durch neue Wasserzugabe wieder ersetzt.

I. Versuchsreihe:

Tertiärer, weisser Sand.

Die Ergebnisse, welche ich durch diese Versuchsreihe erhalten habe, sind in den Tabellen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 zusammengestellt. Obwohl das Wichtigste daraus hervorgeht, so füge ich doch einige Erläuterungen bei.

1. Die grösste Prozentzahl der Keimung erreichten die Gerstenkörner innerhalb der Grenzen von 2,904‰ (10)* und 31,944‰ (110) Feuchtigkeit, desgleichen: Winterweizen, Roggen, Lein, Hafer und Zuckerrübe. Die letztere zeigte sich der Trockenheit (der Minimal-Feuchtigkeit) gegenüber empfindlicher als die Getreidearten und der Lein. Ebenso wie die Zuckerrübe verhielt sich der Mais. Was die letzte Grenze der Maximal-Feuchtigkeit betrifft, so stand sie beim Mais (34,848‰ (120)) und Zuckerrübe (32,67‰ (112)) etwas weiter als bei Getreide und Lein.

Die engsten Feuchtigkeitsgrenzen, bei der die Keimung nie unter 98‰ heruntersank, gestalteten sich verschieden: bei einigen Samenarten standen sie sehr eng wie z. B. bei Roggen (zwischen 17,424‰ (60) und 29,04‰ (100)), dagegen bei einigen ziemlich weit: z. B. bei Winterweizen (zwischen 5,808‰ (20) und 31,078‰ (107)).

Die Wachstumsenergie ist nicht bei allen Samenarten innerhalb derselben Feuchtigkeitsmengen gleichmässig gewesen. Die Gerste keimte am üppigsten, schnellsten und gleichmässigsten bei 29,776‰ (102,5) Feuchtigkeit. Auch zwischen 23,232‰ (80) und 31,078‰ (107) lieferten die Körner noch kräftige Keimpflanzen. Hafer, Lein und Roggen dagegen keimten am besten zwischen 5,808‰ (20) und 23,232‰ (80) Feuchtigkeit, Winterweizen bei 30,202‰ (104) Feuchtigkeit, Mais zwischen 30,492‰ (105) und 32,67‰ (112,5) Feuchtigkeit, Zuckerrübe zwischen 11,616‰ (40) und 31,944‰ (110).

2. Auch die grösste Keimungsenergie zeigten die Samen, welche in günstigsten Feuchtigkeitsverhältnissen

*) Anmerkung. Die eingeklammerten Ziffern hinter den Zahlen für den wirklichen Feuchtigkeitsgehalt bedeuten die Prozente der vollen Wasserkapazität.

keimten und bei welchen sich die Keimungsenergie innerhalb derselben Feuchtigkeitsmengen sehr verschieden verhielt und sich ungleich zeigte. Bei der Gerste war die grösste Keimungsenergie zwischen 11,616‰ (40) und 31,944‰ (110) Feuchtigkeit vorhanden; eine Ausnahme machten die Körner bei 23,232‰ (80), welche nur 69‰ in 6 Tagen gaben und bei den drei letzten Feuchtigkeitsmengen: 30,202‰ (104), 31,07‰ (107) und 31,944‰ (110). Weiter war es auffallend, dass die Samen, welche bei 11,616‰ (40) und 29,04‰ (100) Feuchtigkeit eingelegt waren, sich durch schnelles und sehr frühes Aufkeimen auszeichneten, besonders bei dem letzten Feuchtigkeitsgrade, wo sogar 76 normale und gut ausgebildete Keimpflanzen in 4 Tagen erschienen. Der Roggen besass die beste Keimungsenergie zwischen 5,808‰ (20) und 31,944‰ (110). Am auffallendsten zeigten sich die Körner bei 5,808‰ (20) und 11,616‰ (40), deren Keimungszahl schon am 4. Tage 90‰ überstieg. Ebenso keimte der Hafer am besten innerhalb derselben Feuchtigkeitsgrade wie der Roggen. Bei den Feuchtigkeitsmengen von 5,808‰ (20) bis 23,232‰ (80) lieferte der Hafer in 5 Tagen die grösste Zahl der Keimpflanzen. Auch die Keimungsenergie beim Winterweizen bewegte sich beinahe zwischen denselben Feuchtigkeitsmengen wie beim Hafer. Es sei hier noch bemerkt, dass der mehr mit Wasser gesättigte Boden, natürlich bis zu gewissen Grenzen, auf die Keimungsenergie günstiger wirkte als weniger feuchter; z. B. zeigten sich: 23,232‰ (80) . . . 30,202‰ (104) als sehr günstige Feuchtigkeitsgrade. Die Keimungsenergie beim Mais ist sehr ungleich und unregelmässig gewesen; doch lieferten die keimenden Samen bei höheren Feuchtigkeitsgraden während derselben Keimungsdauer eine grössere Zahl aufgekeimter Pflänzchen als die bei schwächer angefeuchtetem Boden. Als günstigste Feuchtigkeitsgrade bezüglich der Keimungsenergie beim Leine sind 2,904‰ (10) . . . 30,492‰ (105) gewesen. Hier zeichnen sich die bei 5,808‰ (20) und 11,616‰ (40) Feuchtigkeit eingelegten

2. Gerste

Varietät: Hanna. Alt: 1/2 Jahr. Stammt vom Versuchsfeld

Prozente des Feuchtig- keitsgehaltes im Sande 0/0	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen (1 bis 30) gekeimt haben)																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0,826 ⁿ ₀ (2,5)*)																						
1,452 „ (5)								1	1	4	6	2	2	3	1	4	4	4	1	5	5	0
2,904 „ (10)						5	7	14	10	16	8	6	4	0	3	3	1	2	1	3	0	2
5,808 „ (20)					6	34	35	11	5	5	4	×										
11,616 „ (40)				10	73	47	×															
17,424 „ (60)				53	43	4	×															
23,232 „ (80)					1	68	25	6	×													
29,04 „ (100)				39	1	6	×															
29,04 „ (2)				86	14	×																
29,04 „ (3)				76	21	2	0	0	0	0	0	×										
29,766 „ (102,5)				68	27	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	×						
30,202 „ (104)					8	58	13	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	×	
31,078 „ (107)				32	4	34	24	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31,944 „ (110)																						
31,944 „ (2)				7	49	16	4	5	4	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
32,38 „ (111,5)					4	18	13	15	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32,96 „ (113,5)																×						
33,396 „ (115)																×						
34,848 „ (120)																×						
40,65 „ (140)																×						
46,464 „ (160)																×						

*) S. die Anmerkung S. 24.

Das Zeichen × bed

Hordeum, distichum L.

zu Halle a. S. Eingekieimt: im tertiären, weissen Sande.

						Prozente der normal gekeimten Samen ‰	Prozente der noch nicht mit der Plumula an die Ober- fläche des Sandes gelangten Samen	Prozente der nur mit Radikula versehenen Samen	Prozente der nicht gekeimten gesunden Samen	Die Zahl- d. verfaul- ten u. aus- gesäuert. Samen		Kei- mungs- energie		Luft- Temperatur während der Keimungs- dauer C°		
26	27	28	29	30						mit Radikula ‰	nicht gekeimt	in 6 Tagen	in 8 Tagen	Min.	Mittel	Max.
						—	—	27 ‰	62 ‰	—	11 ‰	—	—	19	21,4	24
1	1	1	1	0		51 ‰	8 ‰	28 „	6 „	5 ‰	10 „	—	1	„	21,6	„
0	0	1	0	0		88 „	8 „	3 „	1 „	—	—	5	26	„	„	„
						100 „	—	—	—	—	—	40	86	„	20,7	„
						100 „	—	—	—	—	—	100	100	19	21,4	„
						100 „	—	—	—	—	—	96	100	„	20,8	23
						100 „	—	—	—	—	—	69	100	„	„	„
						100 „	—	—	—	—	—	100	100	„	„	„
						100 „	—	—	—	—	—	100	100	„	„	„
						99 „	—	—	—	—	1 „	99	99	„	21,3	„
						98 „	—	—	—	2 „	—	95	98	19	21,2	24
						91 „	—	—	—	—	9 „	8	79	„	„	23
						94 „	2 „	1 „	3 „	—	—	27	85	15	19,6	23,5
						—	—	—	—	—	100	—	—	17	21,1	24
0	0	0	×	—		89 „	4 „	—	—	—	7	56	76	20	21,6	24
0	0	0	0	×		60 „	12 „	2 „	10 „	—	16	4	35	18	21	23
						—	—	—	—	—	100	—	—	17	20,2	23
						—	—	—	—	—	100	—	—	20	22,6	24
						—	—	—	—	—	100	—	—	19	20	23
						—	—	—	—	—	100	—	—	„	„	„
						—	—	—	—	—	100	—	—	„	„	„

Schluss des Versuches.

3. Hafer.

Varietät: Anderbecker. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Stammt vom Versuchs-

Prozente des Feuchtig- keitsgehaltes im Boden ‰	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																				Prozente der normal gekeimten Samen ‰
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0,826‰ (2,5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0	0	0	0	0	1 ‰
1,452 „ (5)	—	—	—	—	—	—	—	—	5	8	7	9	3	0	2	2	0	4	0	×	40 „
2,904 „ (10)	—	—	—	—	6	5	2	1	7	10	5	2	1	2	0	0	0	0	0	×	95 „
5,808 „ (20)	—	—	—	7	8	2	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100 „
11,616 „ (40)	—	—	—	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	—	92 „
17,424 „ (60)	—	—	—	2	4	6	0	0	1	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	—	93 „
23,232 „ (80)	—	—	—	7	4	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100 „
29,04 „ (100)	—	—	—	7	2	1	6	0	3	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	—	91 „
29,766 „ (102,5)	—	—	—	6	5	2	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0	×	—	—	—	94 „
30,202 „ (104)	—	—	—	6	8	1	4	6	4	1	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	93 „
30,492 „ (105,1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 „
30,492 „ (105,2)	—	—	—	1	2	3	1	1	5	7	7	4	5	2	0	0	0	0	0	×	83 „
31,073 „ (107)	—	—	—	5	4	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	×	—	—	93 „
31,944 „ (110,1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31,944 „ (110,2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Zeichen × bedeutet den Schluss

Avena sativa L.

felde zu Halle a. S. Eingekemt: im tertiären weissen Sande.

Prozente der noch nicht mit Wasser bedeckten Oberfläche des Sandes gelangten Samen	Prozente der nur mit Radicals versehenen Samen	Prozente der nicht gekeimten, gesunden Samen	Prozente der verfaulten und angesäuerten Körner	Reimungsenergie in 6 Tagen	Luft-Temperatur während der Keimungs-dauer C°			Bestellungszeit
					Min	Mitt	Max	
1 0/10	17 10/10	81 0/10	—	—	17	28,8	24	Um 4 Uhr Nachmittag
11 „	20 „	29 „	—	—	15	20,7	24	„ 3 „
—	2 „	3 „	—	58 1/10	19	19,7	„	„ 4 „
—	—	—	—	100 „	19	22,7	„	„ 12 „ Vormittag
1 „	—	—	7 „	92 „	„	21,1	„	„ 3 „ Nachmittag
—	—	—	6 „	92 „	„	„	„	„ 12 „ Vormittag
—	—	—	—	100 „	20	22	24	„ „ „
—	—	—	9 „	88 „	19	22,5	24	„ „ „
—	4 „	2 „	—	87 „	„	19,7	„	„ „ „
—	1 „	6 „	—	82 „	19	21	23	„ „ „
—	—	—	100 „	—	19	21	24	„ 11 „
3 „	—	—	14 „	83 „	15	20,8	24	„ „ „
1 „	2 „	—	4 „	88 „	15	20,8	„	„ „ „
—	—	—	100 „	—	19	22,5	„	„ 12 „
—	—	—	100 „	—	„	20,6	„	„ 11 „

des Versuches am angegebenen Tage.

4. Winterweizen

Varietät: weisskörniger. Stammt aus Serbien. Bezirk

Prozente des Feuchtig- keitsgehaltes im Boden %	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																					Prozente der normal gekeimten Samen %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0,826 ⁰ (2,5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,451 „ (5)	—	—	—	—	—	—	1	5	8	7	4	4	3	1	2	0	3	3	1	1	3	46 ⁰
2,904 „ (10)	—	—	—	—	—	1	1	23	14	8	8	12	1	1	4	2	1	1	1	0	×	88, ¹
5,808 „ (20)	—	—	—	—	6	2	3	4	2	0	0	0	×	—	—	—	—	—	—	—	—	98, ¹
11,016 „ (40)	—	—	—	—	9	5	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100, ¹
17,424 „ (60)	—	—	—	—	1	9	1	4	6	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100, ¹
23,232 „ (80)	—	—	—	—	9	0	9	1	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100, ¹
29,04 „ (100)	—	—	—	—	5	2	4	0	5	3	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100, ¹
29,706 „ (102,5)	—	—	—	—	3	6	5	0	4	9	0	0	×	—	—	—	—	—	—	—	—	99, ¹
30,202 „ (104)	—	—	—	—	2	2	0	7	7	2	2	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100, ¹
31,078 „ (107)	—	—	—	—	5	2	7	2	0	1	7	1	5	2	0	2	0	0	×	—	—	95, ¹
31,944 „ (110)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21, ¹
32,07 „ (112,5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Zeichen × bedeutet den Schluss des Versuches am angegebenen Tage.

„Belija“.

Vranje. Eingekeimt: im tertiären, weissen Sande.

* Anzahl nicht an die Oberfläche gelangten Samen	Prozente der nur mit Radiculae versehenen Samen	Prozente der verfaulten und ausgesäuerten Samen	Prozente der nicht gekeimten gesunden Samen	Keimungsenergie in 6 Tagen	Luft-Temperaturalur während der Keimungsdauer C°			Bestellungszeit
					Min	Mitt	Max	
%	—	17 ^{0,0}	59 ^{0,0}	—	16	21	24	Um 11 Uhr Vormittag
„	—	1 „	14 „	—	15	20,7	23	„ „ „ „
„	—	2 „	—	1 ^{0,0}	„	„	„	„ 12 „ „
„	—	—	1 „	96 „	19	21,7	23	„ „ „ „
„	—	—	—	100 „	„	„	„	„ „ „ „
„	—	—	—	94 „	„	„	„	„ 11 „ „
„	—	—	—	99 „	„	„	„	„ 5 Uhr Nachmittag
„	—	—	—	97 „	„	„	„	„ 11 „ Vormittag
„	—	1 „	—	90 „	„	„	„	„ „ „ „
„	—	—	—	96 „	15	20,8	23	„ „ „ „
„	—	3 „	—	92 „	16	21	24	„ „ „ „
„	25 ^{0,0} *)	—	32 „	—	17	21,1	„	„ „ „ „
„	—	—	—	—	18	21	23	„ 5 Uhr Nachmittag

*) Nur die Spitzen der Keime sichtbar.

5. Roggen

Varietät: Zeeländer. Stammt vom Versuchsfelde zu Halle a. S.

Prozente des Feuchtig- keitsgehaltes im Sande ol^0	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																	Prozente der normal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
0,281 ol^0 (1)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,826 „ (2,5)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,452 „ (5)				—	—	—	—	3	7	5	0	1	1	0	1	1	×	19
2,904 „ (10)				1	27	21	13	2	2	3	0	3	6	2	0	0	×	80
5,808 „ (20)				93	3	0	0	0	×	—	—	—	—	—	—	—	—	96
11,616 „ (40)				95	1	0	1	0	0	×	—	—	—	—	—	—	—	97
17,424 „ (60)				66	29	5	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
23,232 „ (80)				67	29	1	1	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	98
29,04 „ (100)				85	12	2	0	0	×	—	—	—	—	—	—	—	—	99
30,492 „ (105)				56	29	7	1	0	0	0	×	—	—	—	—	—	—	93
31,944 „ (110)				72	13	4	2	3	2	0	0	×	—	—	—	—	—	96
32,67 „ 112,5				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

2 hatten eine Radikula von 4 mm
Das Zeichen × bedeutet den Sch

Secale cereale L.

Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekeimt: im tertiären, weissen Sande.

	keimen, verfaulen und ausgesäuerten Samen	Prozente der noch nicht mit ihrer Plumula an die Oberfläche gelangten Samen	Prozente der nicht ge- keimten, gesunden Samen	Keimungsenergie in 6 Tagen	Luft- Temperatur während der Keimungs- dauer C°			Die Bestellungszeit
					Min	Mitt	Max	
-	—	100%	—	17°	21,5	24°		Um 4 Uhr Nachmittag
0	33%)	65 „	—	„	„	„		„ „ „ „
„	56%	16 „	—	„	„	„		„ „ „ „
„	15 „	—	49%	„	„	„		„ „ „ „
„	2 „	—	96 „	18°	„	„		„ „ „ „
„	—	—	96 „	„	„	„		Um 12 Uhr Vormittag
-	—	—	100 „	„	„	„		„ „ „ „
„	2%	—	97 „	„	„	„		„ „ „ „
0	—	—	99 „	„	„	„		„ „ „ „
„	—	—	92 „	17°	„	„		„ „ „ „
„	1%	—	89 „	18°	21°	23°		Um 5 Uhr Nachmittag
0	—	—	—	—	„	„		„ „ „ „

Plumula von 3 mm, die übrigen haben nur gespitzt.

s Versuchs am angegebenen Tage.

Zea Mays L.

Wranje. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: im tertiären, weissen Sande.

keimten Samen in Prozenten ausgedrückt	Prozente der noch nicht mit der Plumula an die Ober- fläche gelangten Samen	Prozente der nicht gekeimten gesunden Samen	Prozente der verfaulten u. ausgelaugten Körner				Keimungsenergie in 6 Tagen	Die Länge des Wurzel- systems in cm		Luft-Tem- peratur während der Kei- mungs- dauer C°			Die Bestellungszeit
			mit Rad. + Plum.	nur mit Radicula	nicht gekeimte	Maxim.		Durch- schnitt	Min	Mitt	Max		
-	8% ₀	68% ₀	—	8% ₀	16% ₀	—	—	—	15°	20,6°	24°	Um 3 Uhr Nachm.	
u ₀	—	—	36% ₀	—	22 „	—	5	2—3	„	„	„	„ „ „ „	
„	6% ₀	—	8 „	—	20 „	—	13	8—10	„	20°	23°	„ „ „ „	
„	—	—	6 „	—	12 „	26% ₀	22	12—13	„	„	„	„ 11 Uhr Vorm.	
„	—	—	8 „	—	10 „	14 „	26	13—14	„	„	„	„ „ „ „	
„	—	—	—	20% ₀	8 „	54 „	20	12—13	„	„	„	„ 3 Uhr Nachm.	
„	—	—	12% ₀	—	—	58 „	21	13	„	„	„	„ „ „ „	
„	—	—	6 „	—	8% ₀	72 „	27	15—17	„	„	„	„ „ „ „	
„	—	—	6 „	—	12 „	38 „	23	15—16	16°	20,7°	23°	„ „ „ „	
„	—	—	6 „	—	6 „	54 „	—	—	„	„	„	„ 11 Uhr Vorm.	
5 „	—	—	—	—	4 „	80 „	12	8—9	18°	21°	„	„ 5 „ Nachm.	
„	—	—	—	8% ₀	4 „	76 „	14	8—10	„	„	„	„ „ „ „	
„	—	—	4 „	—	14 „	58 „	13	8—9	„	„	„	„ „ „ „	
-	—	—	—	—	100 „	—	—	—	17	19,3°	21°	„ „ „ „	
-	—	—	—	—	100 „	—	—	—	„	„	„	„ „ „ „	

7. Zuckerrübe

Varietät: Klein-Wanzlebener. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes im Boden 0/0	Die Zahl der Keimlinge (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																				Die Zahl der an der Oberfläche des Sandes							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
0,826 0/0 (2,5)																				X	-							
1,452 . (5)																				X	-							
2,904 . (10)										1	0	6	2	2	0	0	0	0	0	X	1							
5,808 . (20)								3	1	7	2	5	1	8	1	7	1	2	4	3	0	0	0	0	X	9		
11,616 . (40)						2	3	8	7	6	6	2	5	2	1	1	3	6	0	1	0	0	0	0	X	24		
17,424 . (60)							2	4	9	4	6	1	2	3	8	1	6	2	3	0	0	0	0	0	X	22		
23,232 . (80)							5	7	7	6	4	7	2	4	1	5	8	4	4	1	0	0	0	0	X	22		
29,04 . (100)						1	1	0	2	1	0	3	4	2	1	0	9	4	2	2	0	0	0	0	X	27		
30,492 . (105)							4	6	1	3	3	4	4	2	0	1	7	5	3	1	1	0	0	0	0	X	27	
31,073 . (107)						1	6	5	6	5	4	3	3	4	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	X	26		
31,944 . (110)							5	7	1	1	1	4	7	2	8	1	6	8	2	0	0	0	0	0	X	26		
32,67 . (112,5)									1	5	1	2	1	7	1	2	4	7	2	0	1	5	5	5	4	1	3	12
33,396 . (115)																									X	-		

*, Die übrige Zahl zeigte die Radicula. Das Zeichen

ta vulgaris L.

gekeimt: im tertiären, weissen Sande.

Prozente der nicht ge- keimten, gesunden Knäuel	Prozente der ausge- säurten Knäuel	Keimungs- energie %		Luft-Temperatur während der Keimungsdauer %			Die Bestellungszeit
		in 6 Tagen	in 8 Tagen	Min	Mitt	Max	
100	—	—	—	17°	20,6°	24°	Um 11 Uhr Vormittag
100	—	—	—	"	"	"	" " " "
30*)	—	—	—	"	"	"	" 4 Uhr Nachmittag
—	—	—	20	"	"	"	" " " "
—	—	23	176	"	"	"	" " " "
—	—	24	179	"	"	"	" 12 Uhr Vormittag
—	—	57	180	"	"	"	" " " "
—	—	103	250	"	"	"	" " " "
—	—	46	223	"	"	"	" " " "
—	—	67	174	"	"	"	" " " "
—	—	57	215	18°	20,6°	23	Um 6 Uhr Nachmittag
—	—	—	15	17°	20°	22°	" " " "
—	—	—	—	18	20,6°	23°	" " " "

deutet den Schluss des Versuches am angegebenen Tage.

8. Lein

Varietät: weissblühender. Stammt: vom Versuchsfelde zu Hall

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes im Boden (Sande) ‰	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie nach den Tagen gekeimt haben)																				Prozente der normal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0,826 „ (2,5)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,452 „ (5)					—	—	—	7	15	6	12	8	3	2	2	5	2	3	3	×	6
2,904 „ (10)					—	80	12	2	6	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
5,808 „ (20)					100	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
11,616 „ (40)					100	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
17,424 „ (60)					57	36	7	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
23,232 „ (80)					81	11	7	0	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	—	—	9
29,04 „ (100)					29	53	5	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	×	—	—	9
30,492 „ (105)					42	37	2	6	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	×	—	9
31,944 ‰ (110)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

*) säuerten aus. × das Zeichen be

Linum usitatissimum L.

a. S. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: im tertiären, weissen Sande.

Kadikula ver nur mit verseheneit Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen	Prozente der Samen, welche nur gespizt haben	Keimungsenergie in 6 Tagen	Prozente der noch nicht mit der Plumula an die Oberfläche des Sandes gelangten Samen	Luft-Temperatur während der Keimungsdauer C°			Die Bestellungszeit
					Min	Mitt	Max	
0%	86 0/10	—	—	—	17°	20,9°	23	Um 5 Uhr Nachmittag
—	16 „	—	—	16 0/10	„	„	„	„ „ „ „
—	—	—	80 0/10	—	19°	21°	23°	„ „ „ „
—	—	—	100 „	—	20°	„	„	„ 12 Uhr Vormittag
—	—	—	100 „	—	„	„	„	„ „ „ „
—	—	—	93 „	—	„	„	„	„ 5 Uhr Nachmittag
—	1 0/10	—	92 „	—	„	„	„	„ „ „ „
—	—	4 0/10	82 „	—	19°	21°	23°	„ „ „ „
—	2 0/10	6 0/10	79 „	—	„	„	„	„ „ „ „
—	100 „*)	—	—	—	17	„	„	„ „ „ „

Schluss des Versuches am angegebenen Tage.

Samen besonders aus; bei beiden war eine Keimungszahl von 100% schon am 5. Tage zu konstatieren. Was endlich die Keimungsenergie der Zuckerrübe betrifft, so kann man zu dem Schluss kommen, dass die Samen, bezw. Knäuel derselben anspruchsvoller in Bezug auf Feuchtigkeit sind als der Lein. Der Lein zeigte die beste Energie weit unter der normalen Feuchtigkeitsmenge [29,04 % (100)], im Gegensatze zu der Zuckerrübe, welche in stärker gesättigtem Boden besser keimte.

Ganz allgemein genommen zeigte sich bei allen Samenarten die Keimungsenergie am besten zwischen 5,808% (20) und 31,944% (110), mit Ausnahme von Mais, dessen Maximumgrenze etwas höher lag. Die Abweichungen und die Ungleichmässigkeiten in der Keimungsenergie, wie die Abweichungen des Verhältnisses der Keimung zur wachsenden Feuchtigkeit, welche nicht nur bei verschiedenen Samenarten, sondern auch bei ein und derselben Samenart vorkam, sind darauf zurückzuführen, dass erstens die Bestellung einer und derselben Samenart nicht gleichzeitig¹⁾ stattfand: einige am Vormittag, andere am Nachmittag, wonach sich die frühere oder spätere Keimung richtete. Ausser diesem Punkte und der individuellen Eigenschaft der Samen ist weiter noch die Ursache in ungleich vorgeschrittenen Verchlammungsstadien²⁾ des Sandes zu suchen.

Die Getreidearten, mit Ausnahme von Winterweizen, machten dieselben Ansprüche an die Feuchtigkeit: sie keimten besser in ungesättigtem Sande; ebenso Lein. Mais, Winterweizen, Zuckerrübe dagegen keimten besser in mehr feuchtem Sande und vertrugen grössere Nässe.

3. Die grösste Zahl der nicht gekeimten Körner ergab sich bei den Samen, welche unter den extremen (untersten und obersten) Feuchtigkeitsgrenzen keimten und zwar, je mehr sich die Feuchtigkeitsgrade der Mitte — den

1) Dies ist in den Tabellen angegeben.

2) Näheres davon später.

günstigsten für die Keimung — näherten, um so geringer wurde die Zahl der nicht gekeimten Körner. Diese Regelmässigkeit, resp. das Verhältnis in der Keimung der Samen zu den Feuchtigkeitsmengen war am besten beim Winterweizen, Lein, und Roggen, am wenigsten beim Mais, zu beobachten. Die Keimfähigkeit der bei extrem hoher Feuchtigkeit nicht ausgekeimten, aber auch nicht verschimmelten und nicht verfaulten Samen hatte gelitten: eine grosse Zahl der Körner besass schon einen verdorbenen Embryo. Davon habe ich mich durch einen zweiten Keimversuch überzeugt: alle Körner nämlich, welche beim ersten Versuche nicht gekeimt hatten, wurden zwischen mit Wasser mässig befeuchtetem Fliesspapier zur Keimung ausgelegt, und es zeigte sich, dass die Körner aus dem mit geringeren Wassermengen versehenen Sande fast alle noch keimten, dagegen von denjenigen aus gesättigtem Sande nur eine geringe Zahl in die Keimung eintrat, ihre Keimfähigkeit war also schon bei dem ersten Versuche infolge grosser Feuchtigkeit verloren gegangen. — Die Zahl der nicht gekeimten Körner ist zwar bei geringeren Feuchtigkeitsgraden sehr gross — grösser als bei höheren Feuchtigkeitsmengen (ausgenommen die Maximum-Feuchtigkeit, wo gewöhnlich alle 100 Körner zu Grunde gehen) — das Prozent der Körner aber mit dauernd geschwächter Keimungskraft ist viel geringer. Vergleicht man die Zahl der Samen, die ihre Keimfähigkeit vollständig eingebüsst haben, bei der Gerste in folgender Tabelle bei 0,826% (2,5) und 32,38% (115,5) — zwei extrem verschiedene Feuchtigkeitsverhältnisse — so finden wir, dass bei der ersten von 68 nicht gekeimten Körnern nach der zweiten Auslegung nur 6 verfaulten, ohne gekeimt zu haben, dagegen bei 32,38% (111,5) mehr als die Hälfte verdarb, d. h. von 26 anscheinend gesunden Körnern nur 10 normal keimten; 16 verfaulten vollständig ohne eine Spur von Leben zu zeigen. Dasselbe findet sich beim Winterweizen: von 59 nicht gekeimten und aus 0,826% (2,5) Feuchtigkeit herstammenden Körnern verfaulten nur 10 ohne zu Keimen; von 32 nicht

gekeimten Körnern, bei 31,944% (110) Feuchtigkeit verfaulten 15 Stück und 17 keimten normal. Der Mais zeichnete sich besonders durch eine Zahl nicht gekeimter Körner aus, welche grösstenteils verfault waren. Bei 1,452% (5) wurden zwar 34 nicht gekeimte Körner gefunden; ihre innere Beschaffenheit entsprach aber nicht ihrem scheinbar gesunden Aussehen.

9. Tabelle.

Die zweite Auslegung der nicht gekeimten Samen zum Keimen.

Die Bezeichnung der Samen.	Die Feuchtheitsmenge %	Die Zahl der restgebliebenen, nicht gekeimten und zum zweiten Male zur Keimung ausgestellten Samen.	Die Zahl der beim zweiten Auslegen normal gekeimten Samen.	Die Zahl der auch dann nicht gekeimten und verfaulten Körner.	Die Zahl der Körner, welche nach der zweiten Keimung nur die Radiculae zeigten.
Gerste	0,825% (2,5)*)	68	62	6	—
	1,452 „ (5)	11	6	5	—
	32,38 „ (111,5)	26	10	16	—
Hafer	1,452 „ (5)	49 ¹⁾	44	5	—
Weizen	0,826 „ (2,5)	59	49	10	—
	31,944 „ (110)	32	17	15	—
	1,452 „ (5)	15	12	3	—
Mais	1,452 „ (5)	34	12	16	6
Zuckerrübe	32,67 „ (112,5)	100 ²⁾	71	?	—

*) Prozente der Wasserkapazität.

1) Von diesen 49 Körnern hatten schon 20 mit der Radicula gespitzt, die übrigen 29 sind nicht gekeimt gewesen. Bei der zweiten Auslegung wurden sie getrennt von einander, zur Keimung ausgelegt und nach einigen Tagen waren von den ersten 20 (mit Radicula) nur 1 verfault, sonst keimten alle (d. h. die Plumulae erschienen ebenfalls). Bei der anderen Reihe (29 nicht gekeimten) verfaulten 4 und 25 keimten normal.

2) Alle 100 Knäuel wurden ausgelegt, weil man nicht ganz genau erkennen konnte, welche Knäuel noch nicht gekeimt hatten.

Nachdem sie zum zweiten Male ausgelegt waren (in Fließpapier) keimten nur 12 normal, 6 zeigten die Radiculae und die übrigen 16 verfaulten, ohne Leben zu zeigen.

4. Die ungünstigsten Feuchtigkeitsverhältnisse (Maximum und Minimum), welche aus den beigefügten Tabellen leicht zu ersehen sind, zeichneten sich noch durch eine grosse Zahl von unnormale gekeimten Samen aus: entweder durch alleinige Ausbildung der Radicula, oder nur der Plumula oder durch das Fehlen beider, oder durch verschiedene Auswüchse statt der Plumula und Radicula u. s. w. Letzteres fand sich besonders bei Mais in zu stark gesättigtem Sande.

5. Nach Beendigung der Versuche wurde das Wurzelsystem des Maises gemessen, und zwar die Maximum- und Durchschnittslänge. Die Keimpflanzen, welche zwischen 11,616% (40) und 29,04% (100) Feuchtigkeit keimten, zeigten während eines Zeitraumes von 11 Tagen ganz dieselbe Wurzellänge. Die grösste Länge fand man bei den Keimpflanzen, welche bei 30,492% (105) und 31,073% (107) Feuchtigkeit keimten. Die reichen Feuchtigkeitsmengen von 32,67% (112,5) an wirkten nicht besonders fördernd auf die Wurzelbildung.

6. Aus den Tabellen 2 und 3, in denen die prozentischen Keimungszahlen von Hafer und Gerste zusammengestellt sind, ersieht man, dass bei ein und derselben Feuchtigkeitsmenge (Hafer: 30,492% (105) und Gerste: 31,944% (110)) verschiedene Resultate erhalten sind: in einem Falle ergab sich eine Keimungszahl von über 80%, in einem anderen keimte gar kein Korn. Die Ursache dieser Erscheinung kann nur in der Verschlammung des Sandes in den betreffenden Tonschalen gesucht werden. Diese Verschlammung wurde unbeabsichtigt durch Erschüttern im Momente, als der Sand mit Wasser übersättigt war,¹⁾ hervor-

1) Trotz der Übersättigung hätten die Sandteilchen noch weiter ihren Zusammenhang zu erhalten vermocht, wenn die Verschlammung nicht durch Erschüttern erfolgt wäre.

gerufen und infolge spärlichen Luftzutritts ist dann die faulige Zersetzung bei diesen Körnern eingetreten.

7. Am empfindlichsten gegen die Nässe zeigten sich Hafer und Lein, welche schon bei 31,944% (110) Feuchtigkeit mit dem Keimen aufhörten. Darauf folgten: Winterweizen und Roggen (beide bei 32,67% (112)), dann Gerste (bei 32,96% (113,5)), Zuckerrübe (bei 33,396% (115)) und zuletzt Mais (bei 36,3% (125)), welcher sich von allen 7 zum Versuche benutzten Samenarten als die wasserbedürftigste zeigte. Die Getreidearten machten mit geringem Unterschiede ganz ähnliche Ansprüche an die Feuchtigkeit; hierzu kommt ebenso Lein. Bei allen Tonschalen, mit den erwähnten Feuchtigkeitsmengen, ist eine Verschlammung eingetreten, und zwar eine richtige Verschlammung, nicht wie vorher — durch Erschüttern —, sondern durch starke Übersättigung des Sandes, wodurch alle Hohlräume mit Wasser erfüllt und jeder krümelige Zusammenhang der Sandteilchen und das Festhalten der Wassermengen ausgeschlossen war. Bei einigen Tonschalen, in denen das Wasser nicht so hoch über der Sandoberfläche stand, verquollen die Körner und säuerten aus; andere, in denen das Wasser höher stand, fielen der richtigen Zersetzung anheim. In beiden Fällen keimte kein einziges Korn und ebenso zeigte sich nach der zweiten Auslegung keine Spur von Keimung. Infolge der Zersetzung der durch Wasser ausge-laugten organischen Stoffe wurde der Sand nach kurzer Zeit schwarz und entwickelte reichlich Schwefelwasserstoff, dessen Geruch man schon von weitem verspüren konnte. Am stärksten war der Zersetzungsprozess bei der Gerste in der Tonschale mit 33,396% (115) Feuchtigkeit vorge-schritten, wobei eine etwas höhere Temperatur (Min. 20° C, Mitt. 22,6° C, Max. 24° C) noch förderlich war. Die ersten Zeichen der Zersetzung (Luftblasen an der Oberfläche des Sandes) traten hier nach 4 Tagen auf; in den Tonschalen (Gerste) mit 34,848% (120 . . . 46,464% (160)) dagegen erst nach 6 Tagen, da die Temperatur hier etwas niedriger war,

als oben. Dazu ist noch zu bemerken, dass sich der Zersetzungsprozess in den letzterwähnten Tonschalen, auch wenn sie unter denselben Temperaturverhältnissen standen (Min. 19° C, Mitt. 20° C, Max. 23° C), verschieden gestaltete, nämlich, am heftigsten und am schnellsten bei 46,464% (160), dann 40,65% (140) und am langsamsten bei 34,848% (120). Die Ursache dieser Ungleichmässigkeit liegt natürlich in der ungleichen Feuchtigkeit, welche, je nach ihrer grösseren oder geringeren Quantität, stark oder schwach hemmend, auf den Luftzutritt wirkte.

II. Versuchsreihe.

Tonige Gartenerde.

Die zweite Versuchsreihe mit der Gartenerde wurde ausgeführt, um festzustellen, ob bei Vorhandensein derselben Keimungsbedingungen¹⁾ die Resultate sich ändern, wenn die Samen zur Keimung in einer andern Bodenart ausgelegt werden, deren physikalische Eigenschaften sich von denen des Sandes wesentlich unterscheiden.

Bei dieser Reihe sind einige Feuchtigkeitsgrade, welche bei der ersten angewendet wurden, ausgefallen, und nur die zum Versuche verwendet, bei denen sich der Einfluss auf die Keimung wahrnehmen lässt. Ausserdem sind, um einen auffallenden und genauen Vergleich zwischen den einzelnen Feuchtigkeitsgraden bei beiden Bodenarten ziehen zu können, alle diese Wassermengen proportional genommen und im richtigen Verhältnis ausgerechnet, sowohl beim Sande als bei der Gartenerde.²⁾

1) Die Feuchtigkeitsgrade sind bei beiden Bodenarten, verhältnismässig genommen, gleich.

2) So stehen z. B.: beim Roggen (Sand) die Feuchtigkeitsgrade in dem Verhältnis: 5,808 : 11,616 : 17,424 : 23,232 : 29,04 : ... = 20 : 40 : 60 : 80 : 100 : ... Die Feuchtigkeitsgrade des Sandes und der Gartenerde (Roggen) würden sich verhalten wie: (5,808 : 6,16) : (11,616 : 12,12) : (17,424 : 18,18) : ... = (20 : 20) : (40 : 40) : (60 : 60) : ... Alle diese Feuchtigkeitsgrade wurden nach der Gleichung:

beim Sande $100 : 29,04 = a : x$
 bei der Gartenerde $100 : 30,3 = a : x$ ermittelt, } wo a durch ... 40, 60, 80 ... 120 ... etc. ersetzt wurde.

Die Bestellungsart der Samen wie die Vorbereitungsweise des Bodens ist im wesentlichen dieselbe geblieben wie beim Sande.

Die im Laufe der Keimungsdauer gewonnenen Ergebnisse sind in den nächsten Tabellen zusammengestellt.

Siehe Tabellen von 10 bis 16.

Aus den beigegeführten Tabellen geht folgendes hervor:

1. Alle zum Versuch verwendeten Samenarten zeigten mit kleinem Unterschiede beinahe gleiche Keimungsergebnisse. Die Differenzen jedoch, welche hie und da zum Vorschein kamen, sind nicht besonders erheblich, so erzielten z. B. alle Samen bei 12,12% (20) eine ziemlich befriedigende Keimungsprozentzahl; von Mais und Hannagerste keimte bei demselben Feuchtigkeitsgrade jedoch nur $\frac{1}{3}$. Ebenso schien der obere Keimungsgrad 36,36% (120), welcher bei den meisten Samen noch günstig auf die Keimung wirkte, für Winterweizen schon zu hoch und nachteilig zu sein; denn dabei keimte kein einziges Korn. Deshalb habe ich den Weizen nochmals bei demselben Feuchtigkeitsgrade und um noch 2 Grade darüber hinaus zur Keimung angestellt. Nach Ende des Versuches ergab sich bei 36,36% (120) eine Keimungsprozentzahl von 95%, bei 39,39% (130) 59% und bei letztern 42,42% (140) nur 1%; also als Maximum-Feuchtigkeitsgrenze erwies sich nicht wie vorher 36,36% (120), sondern 42,42% (140). Es könnte hier derselbe Fall vorliegen, welcher beim Sande vorgekommen ist, nämlich, dass das Verschlämmen des Boden bei 36,36% (120) Feuchtigkeit durch ein unbeabsichtigtes Erschüttern beim Wiegen oder bei der Zugabe von Wasser hervorgerufen worden sei.

2. Die Minimum-Feuchtigkeitsgrenze, bei der die Samen mit dem Keimen aufhören, dürften allem Anscheine zwischen 6,06% (20) und 3,03% (10) liegen und nicht darunter sinken, weil selbst der Lein, welcher bei 6,06% (20) noch gut keimte, bei 3,03% (10) aufhörte.

Der Feuchtigkeitsgrad 42,42% (140) kann für die meisten Samen als Maximum angesehen werden, bei welchem die

Keimung noch spärlich stattfinden kann oder sogar in vielen Fällen aufhört. Davon macht eine Ausnahme Gerste, deren Keimungskraft schon bei 36,36% (120) zu Grunde geht.

3. Beachten wir jetzt die Keimungsenergie, welche bei allen 7 Samengattungen am sechsten Tage festgestellt wurde, so sehen wir, dass jede Samenart eine besondere Keimungsenergie zeigte, und was bemerkenswert ist, dass sich bei jeder Samenart besondere Feuchtigkeitsgrade als günstigste erwiesen. So haben sich bei Hannagerste nur 30,3% (100) und 33,33% (110) für die Keimungsenergie als günstigst wirkende gezeigt. Winterweizen keimte am schnellsten und frühesten zwischen 24,24% (80) und 36,36% (120), Mais innerhalb 30,3% (100) und 36,36% (120) und Roggen zwischen 18,18% (60) und 33,33% (110). Die Feuchtigkeitsgrenzen für das Optimum der Energie von Lein, Zuckerrübe und Hafer lagen etwas weiter von einander und zwar beim Lein am weitesten: zwischen 12,12% (40) und 36,36% (120); bei der Zuckerrübe zwischen 18,18% (60) und 36,36% (120) und beim Hafer innerhalb der Feuchtigkeitsgrade von 18,18% (60) und 34,845% (115).

4. Was die Grösse des Prozentsatzes der gekeimten Samen betrifft, so ergibt sich, dass die höchste Zahl nur innerhalb derjenigen Feuchtigkeitsgrade erreicht worden ist, bei denen der Boden mässig feucht, also weder zu feucht noch zu trocken war. Alle die zum Versuch verwendeten Samen stimmen im Allgemeinen in dieser Beziehung miteinander überein: alle beanspruchen fast dieselben Feuchtigkeitsmengen. Es gab hier ebenfalls kleine Unterschiede, die aber mehr auf die physiologischen Eigenschaften und innere Organisation der Samen zurückzuführen sind, wovon die schlechte oder gute Ausnutzungsfähigkeit der Samen in Bezug auf die Bodenfeuchtigkeit abhängig ist, sodass damit ein kleiner oder grosser Prozentsatz an aufgekeimten Körnern zusammenhängt. So tritt z. B. beim Lein infolge der oben erwähnten Eigenschaften das Absorptions-

10. Gerste.

Varietät: Hanna. Stammt: vom Versuchsfelde zu

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes in der Gartenerde ‰	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																			Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der noch nicht mit der Plumula an die Oberfläche gelangten Samen.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
6,06 ‰ (20)*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,12 „ (40)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	2	4	2	8	1	4	28 ‰	7 ‰
18,18 „ (60)	—	—	—	—	—	1	4	17	26	28	8	5	5	3	0	0	0	0	×	97 „	2 „
24,24 „ (80)	—	—	—	—	—	12	46	24	18	×	0	0	0	0	0	—	—	—	—	100 „	—
30,3 „ (100)	—	—	—	—	15	50	24	7	2	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	98 „	—
33,33 „ (110)	—	—	—	—	13	59	9	1	1	5	2	0	0	0	0	0	0	×	—	90 „	—
34,845 „ (115)	—	—	—	—	5	1	1	3	0	0	1	0	2	1	0	0	0	×	—	14 „	—
36,36 „ (120)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Zeichen × bedeutet den Schuss

11. Hafer.

Varietät: Anderbecker. Stammt: vom Versuchsfelde zu

Prozente des Feuchtigkeitsge- haltes im Boden. ‰	Die Zahl der aufgekeimten Samen. (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben.)													Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der noch nicht mit der Plumula an die Oberfläche nicht gelangten Samen.	Prozente der nur mit Radicula ver- sehenen Samen.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
6,06 ‰ (20)*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 ‰
12,12 „ (40)	—	—	—	—	—	2	33	31	17	6	2	1	—	92 ‰	—	4 „
18,18 „ (60)	—	—	—	—	—	76	13	2	0	0	0	0	0	91 „	—	4 „
24,24 „ (80)	—	—	—	—	—	93	1	0	0	0	0	0	0	94 „	2 ‰	1 „
30,3 „ (100)	—	—	—	—	—	22	77	0	0	0	×	—	—	99 „	—	—
33,33 „ (110)	—	—	—	—	—	12	77	2	0	0	1	0	0	92 „	—	3 „
34,845 „ (115)	—	—	—	—	—	3	84	2	5	0	0	0	×	94 „	—	2 „
36,36 „ (120)	—	—	—	—	—	24	3	3	0	0	0	0	×	30 „	—	—
39,39 „ (130)	—	—	—	—	—	24	36	6	3	1	2	0	0	72 „	5	—
42,42 „ (140)	—	—	—	—	—	4	0	4	5	3	—	—	—	16 „	—	6 „

*) Prozente der

Hordeum distichum L.

Halle a. S. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: in toniger Gartenerde.

Luft der Pflanzung an der	Prozente der nur mit Radicula versehenen Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen		Die Länge des Wurzelsystems in cm.		Keimungsenergie in 6 Tagen	Luft-Temperatur während der Keimungsdauer C ⁰			Die Bestellungszeit.
		gesunde	verschim- und ausge-säuerte	Maxim.	Durchschn.		Min	Mitt	Max	
—	100	—	—	—	—	17	19,7	22 ⁰	Um 4 Uhr Nachmittag	
43 ⁰ / ₁₀	20 ⁰ / ₁₀	20 ⁰ / ₁₀	5	2—3	—	"	"	"	" " " " " "	
—	1 "	—	9	5—6	1	"	19,5	"	" 12 „ Vormittag	
—	—	—	6,5	3—4	12	18	20,4	22	" " " " " "	
—	2 "	—	8	5—5,5	65	"	"	"	" " " " " "	
3 "	7 "	—	14	9—10	72	"	"	"	" " " " " "	
9 "	77 "	—	9	5—7	5	17	19,5	22	Um 4 Uhr Nachmittag	
—	—	100	—	—	—	"	19,7	22	" 12 „ Vormittag	

des Versuches am angegebenen Tage.

Avena sativa L.

Halle a. S. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: in toniger Gartenerde.

Prozente der nicht gekeimten, gesunden Samen.	Prozente der Samen, welche nur gespitzt haben.	Prozente der ausge- säurten Samen.	Keimungsenergie in 6 Tagen.	Luft- Temperatur während der Keimungs- dauer C°.			Die Bestellungszeit.
				Min	Max	Mitt	
63 ⁰ / ₁₀	32 ⁰ / ₁₀	—	—	18	23	21,7	Nachmittag zwischen 2 und 5 Uhr
4 "	—	—	—	"	"	"	" " " " " "
5 "	—	—	76 ⁰ / ₁₀	18	23	20,6	" " " " " "
3 "	—	—	93 "	"	"	"	" " " " " "
1 "	—	—	99 "	18	22	20	" " " " " "
5 "	—	—	89 "	18	23	21,7	" " " " " "
4 "	—	—	87 "	"	"	20,6	" " " " " "
—	—	70	24 "	"	"	"	" " " " " "
—	4	19	60 "	19	22	20	Vormittag zwischen 12 und 1 Uhr
—	3	75	4 "	"	"	"	" " " " " "

Wasserkapazität.

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes im Boden.	Die Zahl der aufgekeimten Samen. (Wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben.)														Prozente der normal gekeimten Samen.	Prozente der noch nicht mit der Pflanzkeim an die Oberfläche des Bodens gelaugten Samen.	Prozente der Samen.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
6,06 ¹ / ₁₀ (20)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100 ¹ / ₁₀	31
12,12 „ (40)	—	—	—	—	—	6	57	25	2	0	2	2	0	0	94 ¹ / ₁₀	4 „	—	
18,18 „ (60)	—	—	—	—	2	6	19	34	17	5	6	5	0	94 „	4 „	—	—	
24,24 „ (80)	—	—	—	38	51	8	2	0	0	0	0	0	0	99 „	—	—	—	
30,3 „ (100)	—	—	—	52	40	5	2	0	0	0	0	0	0	99 „	—	—	—	
33,33 „ (110)	—	—	—	20	52	15	4	3	0	0	0	0	0	94 „	—	—	—	
34,845 „ (115)	—	—	—	13	36	23	14	3	1	1	1	0	1	93 „	—	—	—	
36,36 „ 1) (120)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
36,36 „ 2) (120)	—	—	—	91	4	0	0	0	0	0	0	0	—	95 „	—	—	—	
39,39 „ (130)	—	—	—	25	23	2	9	0	0	0	—	—	—	59 „	5	—	—	
42,42 „ (140)	—	—	—	1	0	0	—	—	—	—	—	—	—	1 „	—	—	—	

13. Rogge
Varietät: Zeeländer. Stamm: vom Versuchsfelde

[illegible]

icum vulgare L.

: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: in toniger Gartenerde.

ver- sch.	ausg.	Die Länge des Wurzelsystems in cm.		Keimungsenergie in 6 Tagen.	Luft-Tempe- ratur während der Keimungs- dauer. C°			Die Bestellungszeit.
		Max	Durchsch.		Min	Mitt	Max	
—	—	1,5	0,6—0,7	—	17	18,7	22	Nachmittag von 2—5 Uhr.
2	—	10	6,5—8	6	"	"	"	" " " " " "
1	—	12	7—9	2	"	"	"	" " " " " "
1	—	10	8—9	89	"	19,5	"	" " " " " "
—	—	10	7—9	92	"	"	"	" " " " " "
—	2	10	6—7	72	"	20	"	" " " " " "
—	1	17	10—12	49	17	18,7	22	" " " " " "
—	100	—	—	—	"	"	"	Um 12 Uhr Vormittag.
—	5	—	—	95	18	20	22	" " " " " "
—	12	—	—	48	"	"	"	" " " " " "
—	94	—	—	1	"	"	"	" " " " " "

cale cereale. L.

alle a. S. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: in toniger Gartenerde.

Prozente der nicht gekeimten, ge- sunden Samen.	Prozente der verschimmelten und ausgesäu- erten Samen		Die Länge des Wurzel- systems in cm		Keimungsenergie in 6 Tagen.	Luft-Tempe- ratur während der Keimungs- dauer. C ^o			Die Bestellungszeit.
	versch.	ausge- säuert	Max.	Durch- schnitt		Min	Max	Mitt	
49	8	—	0,2	—	—	19	23	21	Vormittag zwischen 8-12 Uhr.
—	—	—	9	5—6	35	"	"	"	" " " " " "
4	—	—	11	8—9	89	"	"	20,7	" " " " " "
3	—	—	12	9—10	94	"	"	20,8	" " " " " "
2	—	—	9	6—7	98	"	"	20,7	" " " " " "
11	—	—	15	11—13	85	19	23	21,2	" " " " " "
—	—	62	7	4,5—6	24	"	"	"	" " " " " "
—	—	55	10	8—9	39	"	"	"	" " " " " "
—	—	58	—	—	13	18	22	20	" " " " " "
—	—	100	—	—	—	"	"	"	" " " " " "

14. Mais.

Varietät: gelber, grosskörniger. Stammt: aus Serbien (Wranje)

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes im Boden	Die Zahl der aufgekeimten Körner (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																		Summa der normal gekeimten Körner	In Prozenten aus-	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			19
6,06 % (20)																				—	
12,12 „ (40)											8	3	1	5	7	5	3	0	0	32	64
18,18 „ (60)				3	15	19	6	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	×	—	47	94
24,24 „ (80)				10	19	11	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	×	—	45	90
30,3 „ (100)				30	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	×	—	—	—	45	90
33,33 „ (110)				1	29	13	0	0	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	—	43	86
36,36 „ (120)				2	29	12	2	0	0	1	0	0	0	0	×	—	—	—	—	46	92
39,39 „ (130)				—	—	—	3	2	3	0	3	3	1	0	1	0	0	0	×	16	32
42,42 „ (140)				—	—	—	2	0	1	0	0	0	0	0	×	—	—	—	—	3	6

Das Zeichen \times bedeutet den Schluss

15. Zuckerrübe.

Varietät: Klein Wanzlebener. Alt: $1\frac{1}{2}$ Jahr.

[illegible]

Zea Mays L.

Alt: 1/2 Jahr. Eingekeimt: in toniger Gartenerde.

Summe der mit der Plumula an die Oberfläche gelangten Körner	Summe der gesunden nicht gekeimten Körner	Summa der ver- schimmelten und ausge- säurten Körner			Nachträgliche Aus- legung der zum ersten Male nicht ge- keimten Körner zur Keimung	Die Länge des Wurzel- systems in cm		Keimungsenergie in 6 Tagen	Luft-Tem- peratur während der Keimungs- dauer C°			Die Bestellungszeit	
		verschim.	ausges.	%		Max.	Durchsch.		Min	Mitt	Max		
1 2%	44	5	—	10	12	32	1	—	—	17°	19°	23°	Um 12 Uhr Vorm.
8 16 „	—	10	—	20	—	—	7	3-4	—	17	19	23	„ „ „ „
— — „	—	3	—	6	—	—	12	6-7	18	„	21	„	Um 2 Uhr Nachm.
4 8 „	—	1	—	2	—	—	17	12-14	20	„	„	„	„ „ „ „
— — „	—	5	—	10	—	—	18	15-16	44	„	„	„	„ „ „ „
3 6 „	—	4	—	8	—	—	20	15-17	43	„	20	„	„ „ „ „
— — „	—	5	—	10	—	—	23	18-20	43	„	21	„	„ „ „ „
— — „	—	34	68	—	—	—	12	6-7	—	„	19	„	„ „ „ „
— — „	—	47	—	—	—	—	—	—	—	18°	20°	22°	Um 12 Uhr Vorm.

des Versuches am angegebenen Tage.

Beta vulgaris.

Eingekeimt: in toniger Gartenerde.

Prozente der nicht ge- keimten Knäuel	Prozente der Knäuel, welche nur gespitzt haben	Auf 1 Knäuel kommen Keimlinge	Nachträgliche Auslegung der Knäuel zur Keimung		Keimungsenergie in 8 Tagen	Luft- Temperatur während der Keimungs- dauer C°			Die Bestellungszeit			
			Zahl der gekeimten Knäuel	Zahl der Keimlinge		Min	Max	Mitt				
91%	8%	—	—	—	—	17°	23°	20,5°	Vormittag v. 8—12 Uhr			
—	—	2,32	—	—	30	"	"	"	"	"	"	"
—	—	2,40	3	3	188	"	"	"	"	"	"	"
—	—	2,00	2	2	175	"	"	20°	"	"	"	"
—	—	1,94	4	6	179	"	"	"	"	"	"	"
—	—	2,21	3	3	207	"	"	"	"	"	"	"
—	—	1,92	2	3	185	"	"	20°	"	"	"	"
—	—	2,46	3	4	232	"	"	20,2	"	"	"	"
—	15	0,22	—	—	22	18°	23°	20°	"	"	"	"
100	—	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	"

Varietät: weissblühender. Stammt: vom Versuchsfelde zu

Prozente des Feuchtigkeitsge- haltes im Boden	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie an einzelnen Tagen gekeimt haben)																Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der noch nicht mit der Plumula an die Oberfläche gelangten
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
3,03 % (10)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,06 „ (20)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,12 „ (40)					31	60	2	1	3	0	0	0	0	3	6	4	2	4
18,18 „ (60)					—	86	34	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24,24 „ (80)					98	0	6	5	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30,3 „ (100)					40	51	9	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33,33 „ (110)					70	25	2	0	6	0	0	×	—	—	—	—	—	—
34,845 „ (115)					44	44	5	3	0	0	0	0	0	0	×	—	—	—
36,36 „ (120)					67	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	×	—	—
39,39 „ (130)					—	20	9	0	3	7	1	4	0	0	0	—	—	—
42,42 „ (140)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

vermögen besonders stark hervor, unter dessen Wirkung die Feuchtigkeitsmengen dem Boden am stärksten entzogen wurden. Die beste Keimkraft des Leines liegt bei den Feuchtigkeitsgraden von 12,12 % (40) bis 36,36 % (120). Die Getreidearten mit Ausnahme der Hannagers te erreichten die höchsten Keimungsprozente innerhalb 12,12 % (40) und 36,36 % (120); auch hier darf man nicht das Absorptionsvermögen der Getreidearten deshalb für gering halten, da die Distanz zwischen den Feuchtigkeitsgrenzen des Optimums nur um einen Grad kleiner ist als beim Lein. Die Zuckerrübe zeigte sich gleichfalls wie Lein sehr ausnutzungs- und widerstandsfähig.

5. Wenn wir jetzt die in den zwei letzten Punkten mitgeteilten Resultate summieren, so ergibt sich deutlich daraus, dass für alle diese Samenarten ein und dieselben Feuchtigkeitsgrade als Optimum genommen werden können. Diese Feuchtigkeitsmengen können nur im Allgemeinen als Optimum betrachtet werden; bei den einzelnen Samenarten

1. usitatissimum L.

a. S. Alt: 1 1/2 Jahr. Eingekieimt: in toniger Gartenerde.

Prozente der aus- gesäuerten Samen	Keimungsenergie in 6 Tagen	Luft- Temperatur während der Keimungs- dauer C°			Die Bestellungszeit
		Min	Mitt	Max	
—	—	18°	20°	22°	Die Bestellung fand bei allen Tonschalen in derselben Zeit statt.
—	—	17	20,5	23	
—	93	"	20	"	
—	66	"	18,9	"	
—	89	"	"	"	
—	91	"	"	"	
—	95	"	20,1	"	
—	88	"	"	"	
4	93	"	"	"	
56	20	18°	20°	22°	
100	—	"	"	"	

gegen erstreckt sich das Optimum der Feuchtigkeit bei uns weit nach oben und unten über eine grössere Zahl an Feuchtigkeitsgraden. Bei der Hannagerste haben wir die in 4) erwähnten Feuchtigkeitsmengen als Grenzen des Optimums erwiesen. Bei Winterweizen und Hafer erstreckte sich das Optimum der Feuchtigkeit über je einen Grad mehr nach oben und nach unten als bei der Gerste; lag hier zwischen den Feuchtigkeitsgraden von 12,12% (40) und 36,36% (120). Das Optimum beim Roggen und Mais umfasste 5 Feuchtigkeitsgrade, und zwar beim Mais von 18% (60) bis 36,36% (120), beim Roggen von 12,12% (40) bis 33,33% (110). Die grösste Zahl der Feuchtigkeitsgrade umfasste das Optimum beim Lein und bei der Zuckerrübe, nämlich von 12,12% (40) bis 36,36% (120), also 7.

6. Vergleichen wir jetzt die Keimung einer und derselben Samenart bei dem tertiären, weissen Sande und der tonigen Gartenerde, so wird man dasselbe finden, worauf Bogdanoff a. a. O. schon hingewiesen worden ist,

nämlich, dass der Ausnutzungskoeffizient derselben Samengattung bei den bindigen Böden immer geringer gewesen sei als bei leichten Sandböden, d. h. dass die Imbibitionsfähigkeit der Samen sehr von der physikalischen Beschaffenheit des betreffenden Bodens abhängt, in welchem die Samen zur Keimung ausgelegt sind. Dass die keimenden Samen dem Sande beinahe all sein Wasser zu entziehen vermögen, liegt an dessen unbedeutendem Absorptionsvermögen und der geringen Imbibitionskraft der Sandpartikelchen für Wasser. Bei bindigen Böden ist dieses Vermögen weit bedeutender entwickelt. Bogdanoff¹⁾ fand z. B., dass bei einem 0,15% betragenden Feuchtigkeitsgrade (in % der Trockensubstanz) des Sandes noch die Keimung von Kostromaweizen stattfinden konnte. Bei 0,09% (in % der Trockensubstanz) keimte gar kein Korn mehr. Bei Kaolin dagegen unterblieb die Keimung bei 34,1% (in % der Trockensubstanz). Er machte noch Versuche mit russischer Schwarzerde, bei welcher sich ergab, dass das Minimum der Ausnutzungsgrenze für Kostromaweizen bei 6,6% und 7,3% (in % der Trockensubstanz) Feuchtigkeit sei.

Auch bei meiner ersten Versuchsreihe ist der Sand mit geringer Feuchtigkeit, z. B. mit 0,291% (1) (s. Tabelle 5 Roggen) und 0,826% (2,5) (nicht in % der Trockensubstanz) geprüft worden, wobei jedoch etwas von den Bogdanoff'schen abweichende Resultate erhalten wurden. Bei der untersten Feuchtigkeitsmenge 0,291% (1) unterblieb die Keimung gänzlich, nur hie und da zeigten sich vereinzelte Roggenkörner voller und angequollen, doch reichte die betreffende Wassermenge nicht aus, um in den Samen das Leben zu erwecken und ihren Embryo in Tätigkeit zu setzen. Bei der zweiten grösseren Feuchtigkeitsmenge von 0,826% fing zwar die Keimung an (beim Roggen bis 33%, beim Weizen bis 24%), kein Keimling aber erreichte die Oberfläche des Sandes, sondern die Plumulae blieben unter dem Sande stecken und wuchsen nicht weiter. Hafer, Gerste und

1) Vers.-Stat. Bd. XLIII. 1893.

Lein zeigten bei diesem Feuchtigkeitsgrade nur kleine *Radiculae*; beim Hafer erschien eine Plumula an der Oberfläche des Sandes, doch kann man dies nur als Ausnahme betrachten. Zuckerrübe und Mais blieben vollständig still.

Demnach ergibt sich, dass die niedrigste Feuchtigkeitsgrenze, bei der die Keimung im Boden gerade beginnt, nach meinen Resultaten bei 0,826 % (2,5) liegt, nach Bogdanoff'schen bei 0,15 %; dass dagegen die Keimung nicht mehr stattfindet: nach meinen Versuchen bei 0,291 % (1), nach Bogdanoff bei 0,09 % Feuchtigkeit. Es sei hier noch erwähnt, dass bei den Zahlen 0,826 % (2,5) und 0,291 % (1) das hygroskopische Wasser nicht wie bei Bogdanoff zuge-rechnet ist. Dasselbe beträgt beim Sande 0,07 %, also wären in Wirklichkeit in meinen Versuchen 0,897 % und 0,361 % die Minimumgrenzen.

7. Die unteren und oberen Feuchtigkeitsgrenzen beim Sande und bei der Gartenerde, deren Wasserkapazität sich sehr wenig unterscheidet, gehen sehr auseinander; die Minimal- und Maximalgrenze liegt nämlich bei der Gartenerde viel höher als beim Sande. Die unteren Feuchtigkeitsgrenzen bei der Gartenerde mit 6,06 % (20) und beim Sande mit 0,826 % stehen im Verhältnis wie 20 : 2,5, oder die Feuchtigkeitsgrenze der Gartenerde liegt 8 mal höher als beim Sande. Die Differenzen in den oberen Feuchtigkeitsgrenzen der genannten Bodenarten sind nicht genau festzustellen, weil gerade in dieser Beziehung jeder Same für sich ein besonderes Verhalten zeigt. Man kann jedoch mit Sicherheit nachweisen, dass die Differenzen hier nicht so gross sind, wie beim Minimum; das Maximum bei der Gartenerde kann 2, höchstens 3 mal höher liegen als beim Sande. Die Ursache dieser Differenzen geht schon aus dem vorher Besprochenen hervor und zwar liegt sie in der Verschiedenheit der wiederholt erwähnten physikalischen Bodeneigenschaften, insbesondere im Absorptionsvermögen für Wasser, in der Imbibitionsfähigkeit der Bodenpartikelchen, wie in deren Adhäsion in Bezug auf das Wasser.

Samenart.	im tertiären, weissen Sande				Die Feuchtigkeitsgrade				in der tonigen Gartenerde			
	0,826 ⁰ / ₀ (2,5)				1,452 ⁰ / ₀ (5)				6,06 ⁰ / ₀ (20)			
Lein	Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der Samen, deren Plumula die Ober- fläche des Bodens nicht erreichen konnte	Prozente der nur Radi- cula zeigenden Samen	Prozente der Samen, welche nur gespitzt hatten	Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der Samen, deren Plumula die Ober- fläche des Bodens nicht erreichen konnte	Prozente der nur Radi- cula zeigenden Samen	Prozente der Samen, welche nur gespitzt hatten	Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der Samen, deren Plumula die Oberfläche nicht er- reichen konnte	Prozente der nur Radi- cula zeigenden Samen	Prozente der Samen, welche nur gespitzt hatten
	—	—	14 ⁰ / ₀	—	68 ⁰ / ₀	16 ⁰ / ₀	—	—	19 „	4 ⁰ / ₀	—	97 ⁰ / ₀
Weizen	—	24 ⁰ / ₀	—	—	46 „	39 „	—	—	10 „	—	31 ⁰ / ₀	94 „
Hafer	1 ⁰ / ₀	1 „	17 „	—	40 „	11 „	20 ⁰ / ₀	—	—	5 ⁰ / ₀	32 „	92 „
Gerste	—	—	27 „	—	51 „	8 „	28 „	—	—	—	—	28 „
Roggen	—	2 „	—	31 ⁰ / ₀	19 „	56 „	—	—	—	—	43 „	98 „
Mais	—	—	—	—	—	8 „	—	—	—	2 „	—	64 „
Zuckerrübe	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	8	232

8. Bemerkenswert ist das Verhalten der Samen bei den niedrigsten Feuchtigkeitsgraden, besonders das Verhalten ihres Ausnutzungsvermögens in verschiedenen Medien wie es diese zwei Bodenarten darstellen. Aus der beigegebenen Tabelle ist leicht ersichtlich, dass die Ausnutzungskraft wie auch das Absorptionsvermögen des Leines, des Roggens und der Zuckerrübe bei der Gartenerde viel stärker und intensiver waren als beim Sande. Die Gerste dagegen erzielte den grössten Prozentsatz im Sande, während die tonige Gartenerde für ihre Keimung wenig günstig war.

Hierbei sei auf die Resultate von L. Hiltner,¹⁾ hingewiesen, welcher für die Leguminosensamen fand, dass ihre Keimung in verschiedenen Bodenarten durch Organismenwirkung verschieden gestaltet wird, und deshalb für die Samenprüfung als ratsam findet, „dass die Prüfung stets in Erde von jenem Boden vorgenommen wird, auf dem die Saat erfolgen soll“.

Wenn man nun die Ergebnisse der mitgeteilten Versuche kurz zusammenfasst, so dürften nachstehende Folgerungen zulässig erscheinen:

1. **Das Optimum der Feuchtigkeit** für die Keimung ist immer da, wo der Boden normal gesättigt ist. Es erstreckt sich weiter nach unten zu niederen Feuchtigkeitsgraden (beim Sande über 9—10, bei Gartenerde über 7—8) und zwar je leichter der Boden und je geringer seine Wasserkapazität ist, um so stärker. Nach oben zu, über die normale Feuchtigkeit hinaus, überschreitet sie 1—2, meistens 4 Feuchtigkeitsgrade (beim Sande 1—2, bei Gartenerde 2—4).

2. **Die Minimal-Feuchtigkeit** beim Sande liegt niedriger als bei der Gartenerde, und zwar um 2 Grade. Für Getreide dürfte die untere Feuchtigkeitsgrenze beim Sande zwischen 0,291 % (1) und 0,826 % (2,5) liegen; für

1) Dr. L. Hiltner. „Die Keimungsverhältnisse der Leguminosensamen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung“. — Arbeiten aus der biolog. Abtlg. für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserl. Gesundheitsamte. III. Bd I. Heft. 1902, Berlin.

Mais und Zuckerrübe zwischen 1,452‰ (5) und 0,826‰ (2,5).
Bei Gartenerde für alle 7 Samenarten innerhalb der Feuchtigkeitsgrade von 3,03‰ (5) und 6,06‰ (20).

3. **Die Maximal-Feuchtigkeit** bei der Gartenerde liegt meistens um 2 Grad höher als beim Sande. Für Gerste liegt das Maximum zwischen 34,845‰ (115) und 36,36‰ (120); für die übrigen Samenarten unter 42,42‰ (140).

4. Die Samen können in wenig feuchtem Boden länger aushalten, ohne grossen Nachteil für ihre Keimfähigkeit, als im reich gesättigten, wo sie in kürzester Zeit gänzlich zu Grunde gehen.

5. Die Samen, welche im nassen, mit Wasser übersättigten Boden zur Keimung ausgelegt sind, wo dann Verschlammung eingetreten ist, werden durch Wasser gewöhnlich ausgelaugt und säuern aus und verfaulen ohne Ausnahme, und zwar um so früher, je grösser die Nässe und je höher die Temperatur ist.

6. Für die Samen ist mehr im knapp mit Wasser versehenen als im stark gesättigten Boden zu befürchten, dass sie von Schimmelpilzen heimgesucht werden und dadurch verfaulen.

7. Das grösste Absorptions- und Ausnutzungsvermögen für Wasser zeigten: Lein, Weizen und Roggen, dann Hafer und Mais. Für Zuckerrübe und Gerste ist dieser Punkt noch zweifelhaft.

8. Zwei Bodenarten, deren physikalische Beschaffenheit verschieden ist, wirken ebenso verschieden auf die Keimung ein und derselben Samenart ein.

9. Das Erscheinen der Pflanzen an der Oberfläche erfolgt um so später, langsamer und ungleichmässiger, je weniger Feuchtigkeit in dem Boden vorhanden ist. Ein normal befeuchteter Boden zeichnet sich durch ein schnelles und gleichmässiges Keimen der Samen und ein kräftiges und üppiges Wachstum der Pflanzen aus.

10. Bei niederen Feuchtigkeitsmengen nimmt die Keimfähigkeit der Samen allmählich ab, bis dieselbe bei der

Minimal-Grenze vollständig erlischt; dagegen tritt bei den oberen Feuchtigkeitsgraden die Keimung noch so lange ein, als keine Verschlämmung stattfindet; sobald sich dies vollzieht, hört die Keimung meistens plötzlich auf.¹⁾

11. Die physikalische Bodenbeschaffenheit ist von grossem Einflusse auf die Keimung. Die Feuchtigkeit des leichten Bodens lässt sich besser durch die keimenden Samen ausnutzen, besonders wenn der betreffende Boden in wenig feuchtem Zustande ist als die des bindigen Bodens. Der schwere bindige Boden hat die gute Eigenschaft, dass er sich, infolge starker Imbibitionskraft der Bodenpartikelchen wie der grossen Adhäsion an Wasser, der Verschlämmung gegenüber widerstandsfähiger zeigt und schwerer in dieselbe gerät, während diese beim Sande sehr leicht und plötzlich zu Stande kommt.

III. Versuchsreihe.

Die Keimung der Samen bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden und bei einer konstanten, hohen Temperatur.

1. Die Angaben in der Litteratur.

Der Keimungsprozess ist, wie jeder physiologische Vorgang in der Pflanze, an gewisse Temperaturverhältnisse gebunden, d. h. die Keimung liegt innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen — die Minimal- und Maximaltemperatur. Für verschiedene Pflanzen sind Grenzwerte verschieden; manche Pflanzen nähern sich mit ihren Ansprüchen mehr der unteren Temperaturgrenze, andere dagegen mehr der oberen. Von der Maximaltemperatur beginnend steigt die Intensität

1) Dieser Unterschied bei den Minimum kennzeichnet sich, wie schon gesagt, durch eine allmälige Abstufung (s. in den Tabellen den Verlauf von der Mitte — nach oben und nach unten): zuerst kommen meistens normale Keimpflanzen, darauf die Keimlinge mit Radicula und mit nicht an die Oberfläche des Bodens gelangter Plumula, dann nur mit Radicula und zuletzt pflügt gar kein Korn zu keimen. Beim Maximum pflügt die Keimung in meisten Fällen plötzlich aufzuhören.

des Keimungsprozesses bis zu einem gewissen Temperaturgrade auf das Optimum, und dann nimmt sie sehr rapid ab, bis bei der oberen Grenze ein Stillstand eintritt.

Die Temperatur selbst wirkt bei Samen ein und derselben Art verschieden, weil alles davon abhängt, ob die Samen mehr oder weniger reich an Wasser sind, oder ob dieselben in trockener oder feuchter Luft oder gar im flüssigen Wasser der Wärme ausgesetzt werden. Da die Samen im feuchten Zustande gegen die Temperatureinflüsse, besonders gegen die höheren Grade, äusserst empfindlich sind, vermögen sie um so weniger die excessiven Wärmegraden zu widerstehen, je saftreicher die Zellen ihres Gewebes sind.

Die lufttrockenen Samen dagegen zeigten, sowohl gegen die höhere als gegen die niedrigste Temperatur, sehr grosse Widerstandsfähigkeit. Im lufttrockenen Zustande sind daher scheinbar die Hüllen und Gewebe eines Samens um vieles unempfindlicher gegen die äusseren Temperaturschwankungen als im durchfeuchteten Zustande, wo sich schon geringere Wärmegrade nachtheilig zeigen. Die Wirkung der höheren Temperatur besteht darin, dass dieselbe eine stärkere Zersetzung in den wasserdurchtränkten Samengewebe anregt.

Fiedler¹⁾ fand, unter der Leitung von Sachs, dass die trockenen Erbsen eine Stunde lang bei 69° C ohne Einbusse ihrer Keimkraft verweilen konnten, während dieselben nach 24 stündiger Quellung schon bei 54° zu Grunde gingen.

Wiesner²⁾ untersuchte das Verhalten der Samen von *Pinus laricio*, *Abies exelsa* und *Larix europaea* gegen höhere Temperatur und fand, dass sie im Stande sind, Wärmegrade bis zu 70° C, wenigstens kurzer Zeit (15 Minuten), ohne Beeinträchtigung ihres Keimvermögens zu ertragen.

1) Sachs, Experimental-Physiologie 1865, p. 66.

2) Sitzungsberichte der Akad. d. Wissenschaften in Wien 1875, LXIV. Bd.

Fiedler¹⁾ fand bei einstündiger Erwärmung als
 nzwert:

für lufttrockenen Weizen etwa	65° C
„ „ Roggen „	64° „
„ „ Gerste „	63° „
„ „ Mais „	64° „
„ „ Erbsen „	70° „

in höheren als den genannten Temperaturen keimten nur
 nige Prozente.

Jedenfalls enthielten diese lufttrockenen Samen be-
 deutend mehr Wasser, als die, welche von Haberlandt²⁾
 erwendet wurden. Er hat nämlich den Versuch mit 88 Arten
 und Varietäten unserer Kulturpflanzen aus 17 Familien aus-
 geführt und von jeder Art 20 Samenkörner genommen.

Die Ergebnisse waren folgende:

Die Wirkung der Temperatur von 56° C oder 75° C
 zeigte sich ganz unschädlich. Die meisten Samen keimten
 gleichzeitig oder früher als die nicht erwärmten.

Durch eine vorhergehende, vorsichtige und allmähliche
 Erwärmung auf 56° - 87,5° wird im Allgemeinen die Keim-
 dauer verkürzt. Die bedeutende Verspätung tritt erst bei
 einer dauernden Erhitzung auf 100° C ein. Diese Verspätung
 beruht nach Haberlandt auf einer ausserordentlichen Ver-
 härtung der Samen- und Fruchthäute.

Fr. Krašan³⁾ setzte die lufttrockenen Weizensamen
 2 1/2 Stunde einer Temperatur von 70° C aus, und fand, dass
 sie sämtlich mit Retardation keimten. Von den Samen
 dagegen, deren Erwärmung auf 81° C getrieben wurde,
 keimten nur 8% und zwar mit grösserer Retardation.

1) Sachs, Experimental-Physiologie, 1865, p. 66.

2) „Über den Einfluss einer höheren Temperatur auf die Keim-
 fähigkeit der Samen unserer Kulturpflanzen“. Allgem. land.- und forstw.
 Ztg. I. Bd., 1863, p. 389 ff.

3) Sitzungsberichte der Akad. d. Wissenschaften in Wien, 1873,
 Bd. LXVII, I. Abtlg., p. 195.

Bei den Samen, denen vorher 9% Wasser entzogen wurden und welche darauf allmählig auf 68—70 erwärmt waren, verlief die Keimung normal.

Eine Zahl von Samen, denen 9% Wasser entzogen wurden, wurde allmählig auf 72° C 11 Stunden erwärmt, sie keimten normal, aber mit grosser Verspätung.

Die Samen, welche vorher sehr gut getrocknet waren und darauf in einer Eprouvette allmählig auf 91° C zusammen mit Chlorcalcium erwärmt und während einer Zeit von 3 Stunden bei einer Temperatur von 91—92 $\frac{1}{2}$ ° C erhalten wurden, keimten alle, aber mit 3—4 mal längerer Keimdauer.

Endlich wurde den Weizensamen durch öfters erneuertes Chlorcalcium und bei einer Temperatur von 25°—60° C viel Wasser entzogen, darauf 13 Stunden lang mit Chlorcalcium auf 100° C erwärmt und bei dieser Temperatur 4 Stunden gelassen. Nachher ergab sich folgendes: von 10 Samen keimten 7, unter welchen 5 gesunde Pflänzchen lieferten.

Just¹⁾ setzte die lufttrockenen Samen von *Trifolium pratense*, nachdem ihnen vorher durch allmähliche Erwärmung das Wasser entzogen war, einer Temperatur von 120° C aus und fand, dass sie durch diese Temperatur getötet werden. Ferner fand er, dass die höherer Temperatur ausgesetzten Samen langsamer keimten als solche die weniger erwärmt waren.

Diese Angaben Just's haben Fr. von Höhnelt²⁾ Anlässlich gegeben, den Einfluss der hohen Temperatur auf die Keimfähigkeit der Samen gründlich zu untersuchen und die Angaben Justs nachzuprüfen. Aus allen von ihm ausgeführten Versuchen ergab sich als Endresultat folgendes: dass

1. „wohl die meisten Samen eine einstündige Erwärmung auf 110° C durchmachen können, wenn sie nur hinreichend trocken sind (bei höchstens 3% Wassergehalt) und it-

1) Botanische Ztg., 1875, p. 52.

2) Wissenschaftl.-prakt. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues v. Fr. Haberlandt. Wien 1887, II. Bd., S 77—89.

Keimfähigkeit nicht schon vorher durch langes Liegen etc., sowie durch die Trockenoperation geschwächt wurde“;

2. „dass ferner die Maximaltemperatur, bis zu welcher Samen, die die genannten Eigenschaften besitzen, wenigstens 15 Minuten lang erwärmt werden können, zwischen 110° und 125° C liegt. Es ist jedoch nicht statthaft, einen bestimmten Temperaturgrad als Grenzwert anzugeben, da ein solcher nur für ein bestimmtes Samenindividuum gilt, nicht aber für eine ganze Samenart oder gar alle Arten. Die Ursache davon liegt in der sehr verschiedenen Keimungskraft der verschiedenen Individuen jeder Art, die sich in verschieden langer Keimdauer ausspricht“.

Jene Individuen derselben Art, welche die längste Keimdauer haben, sind ihrem Tode am nächsten und werden auch unter den gewöhnlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen zuerst zu Grunde gehen, und daher auch bei geringeren Hitzegraden erliegen.

In feuchter Luft, wie wir vorher betont haben, erweisen sich schon geringere Wärmegrade nachteilig, so fanden z. B. Edwards und Colin,¹⁾ dass eine konstante Temperatur von 35° C im Wasser und von 45° bis 50° C in feuchtem Sande genügt, um die Keimungskraft der meisten ausgelegten Getreidesamen zu töten. Trotzdem aber zeigten manche Samenarten in dieser Hinsicht sehr grosse Widerstandsfähigkeit, so teilte z. B. Pouchet²⁾ eine Beobachtung mit, nach der einige Samen einer *Medicago*-Art,³⁾ welche in rohen Wollfliessen aus Brasilien nach Elboeuf (Frankreich) importiert waren, sich, nachdem sie bei verschiedenen Operationen bei der Färbung der Wolle eine vierstündige Siedehitze durchgemacht haben, teilweise noch keimfähig

1) Mém. d. l'Acad. des sciences nat. II. Sér. I. 1834. — Nach M. Fischer: Beiträge zur Lehre von dem Keimen der Samen. Stuttgart 1851. — Nach Nobbe's „Samenkunde“. S. 229.

2) Comtes rendus, LXIII, p. 939. Nach Nobbe's „Samenkunde“. S. 228.

3) Nach Wittmack (Botan. Ztg. 1875, p. 43): *Medicago hispida* Urb. (= *denticulata* Willd) oder *M. arabica* All. (= *maculata* Willd).

erwiesen. Weitere Versuche Pouchets zeigten dann, dass nur solche Samenarten zu widerstehen vermögen, welche während des Siedens nicht aufquellen.

Auch Nobbe¹⁾ verfolgte diese Frage und fand, dass die Schliessfrüchte von *Polygonum orientale* nach einem halbstündigen ununterbrochenen Sieden im Wasser nicht aufquellten, sondern keimfähig blieben wie vorher. Ebenso zeigten fast dieselbe Widerstandsfähigkeit die Samen, resp. Früchte der meisten Gattungen der Papilionaceen, Rosaceen, Malvaceen, Liliaceen, Caryophyllen, Labiaten etc., also meistens die Samen, deren Hülle schwer durchlässig ist. Dagegen sind die Samen der meisten Gramineen, Cruciferen, vieler Compositen etc., überhaupt solche Samen oder Früchte, welche eine für Wasser leichter durchlässige Hülle besitzen, gegen warmes Wasser äusserst empfindlich. Überhaupt darf die Temperatur nicht den Punkt übersteigen, bei dem das Eiweiss zur Gerinnung kommt oder wo die Stärke in Dextrin umgebildet wird, sobald dies eintritt, stirbt das Gewebe ab.

Haberlandt²⁾ hat weiter in einer Reihe von Versuchen nachgewiesen, dass selbst das Verhalten innerhalb der Getreidearten gegen höhere Temperaturen verschieden ist. Er wollte konstatieren, bis zu welcher Höhe der Temperatur das zur Quellung genommene Wasser steigen kann. Ohne der Keimfähigkeit beträchtlichen Schaden zuzufügen, suchte er jenen Temperaturpunkt, bei welchem sich überhaupt ein ungünstiger Einfluss des Quellungswassers auf das Keimen merkbar zeigt. Die Temperaturabstufungen des zur Quellung dienenden Wassers waren zu 30°, 40°, 50° und 55° festgestellt worden. Bei jeder Temperaturstufe wurde eine Partie der Samen 5 Stunden lang gehalten. Danach wurden die Samen herausgenommen und auf Glasplatten ausgebreitet. Die Resultate waren, kurzgefasst,

1) „Samenkunde“ 1876, S. 228.

2) Wissensch.-prakt. Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenb. II. Bd. Wien 1877, S. 47—64.

folgende: Gerste, Hafer, Hanf, Buchweizen, Sonnenblumen, Fisolen und Erbsen zeigten die geringste Widerstandsfähigkeit, dagegen waren Weizen, Mais, Zuckermelonen, Kopfkohl, zum Teil auch Rotklee und Luzerne von viel geringerer Empfindlichkeit. Gerste zeigte sogar bei 30° C und fünfstündiger Quellungsdauer einen Prozentsatz der keimenden Samen von nur 58%.

Über die nachteilige Wirkung des warmen Quellwassers und des vorangehenden Vorquellens auf die Samen sprach sich Haberlandt¹⁾ folgendermassen aus: „Die nachteilige Einwirkung des warmen Quellwassers macht sich bei jenen Samen, welche vorher noch durch 24 Stunden im Wasser von der gewöhnlichen Zimmertemperatur eingeweicht worden waren, durchgehends in viel höherem Grade geltend, als bei jenen, welche eine solche vorhergehende Quellung nicht erfahren hatten. Der Grund ist leicht einzusehen. Lufttrockene Samen, in warmes Wasser gebracht, werden erst nach geraumer Zeit bis in die inneren Partien durchfeuchtet, sind sonach der Wirkung des warmen Quellwassers durch kürzere Zeit ausgesetzt gewesen als jene Samen, welche schon früher durchweicht waren. Diese Wirkung ist aber eine die Inhaltsstoffe der Samen verändernde und zersetzende und tritt um so energischer keimungstötend auf, je höher die Temperatur des Quellwassers steigt. Wir werden sehen, dass schon Quellwasser von gewöhnlicher Temperatur bei manchen Samen einen merkbar schädlichen Einfluss ausübt, daher die Doppelquellung im kalten und warmen Wasser jedenfalls eine ungünstigere Wirkung äussern musste, als wenn die Quellung nur im warmen Wasser erfolgte.“

Jeder Physiologe nimmt für die Maximum-Keimungstemperatur der Samen einen besonderen Grenzwert an; der Grund dafür ist nicht nur in den Samenarten, sondern auch

1) Wissenschaftl. prakt. Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. II. Bd., Wien 1777, S. 58.

im Reifegrade, Alter, in der Herkunft und im Ausbau der einzelnen Samen zu suchen.

So fand z. B. Sachs¹⁾ für Mais, *Phaseolus multiflorus*, *Cucurbita pepo*, dass der obere Temperaturgrad sicher über 34° R liege und sie jeder Wahrscheinlichkeit nach noch bei 37° R keimen können. Für Weizen geht er an, dass das Maximum der Keimungstemperatur über 34° R liege (zwischen 34° und 37° R). Für die Gerste zwischen 29° und 30° R.

Nach Haberlandt²⁾ erschienen diese Angaben für die Maximal-Keimungstemperatur durchaus zu hoch, denn er fand für Weizen 25°—30° R und für die Gerste zwischen 25° und 30° R. Auch für Roggen, Hafer, Lein, Tabak machte sich diese Temperaturgrenze geltend. Ferner fand er für Bohne, Lupine, Luzerne, Inkarnat- und Rotklee eine Temperaturgrenze zwischen 30° und 35° R. Für den Mais, Hanf, Kürbis, Zuckermelone war die Temperaturgrenze zwischen 35° und 40° R.³⁾

Haberlandt⁴⁾ verfolgte ferner das Verhalten der Samen wärmerer Klimate gegen die oberen Temperaturgrenzen und fand, dass die Differenzen in der Maximum-Keimungstemperatur, zwischen diesen und unseren europäischen heimischen Pflanzen sehr gering waren. So reichen z. B. Mais, Rispen- und Kolbenhirse, Hanf, Paradiesapfel, Kürbis und Gurke mit den oberen Temperaturen, die sie beim Keim ertragen, ebenso hoch hinauf, wie die Mungobohne, *Phaseolus Mungo* (zwischen 40° und 45° C).

Nach Haberlandt²⁾ ergaben sich für nachstehend genannte Kulturpflanzen folgende Maximum-Temperaturgrenzen:

1) Physiologische Unters. über die Abhäng. der Keimung v. Temp. Jahrb. f. wissensch. Bot. II. Bd., 1860, Berlin, S. 338 u. ff.

2) Nobbe, Vers.-Stat. XVII, 1874, S. 104.

3) S. Tabelle bei Nobbe „Samenkunde“, S. 234.

4) Wissenschaft, prakt. Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenbaus I. Bd., 1875, Wien, S. 117—122.

Zwischen 31° und 37° C für Weizen, Roggen, Gerste, Hafer und Lein etc.

Zwischen 44° und 50° für Mais, Tabak etc.

2. Die vom Verfasser angestellten Versuche.

Bei den ersten zwei Versuchsreihen wurde die Wirkung der verschiedenen Feuchtigkeitsgrade bei zwei physikalisch verschiedenen Medien beobachtet, in denen die Samen bei einer günstig wirkenden Optimum-Temperatur zum Keimen ausgelegt waren. Damals war also hauptsächlich die Wirkung eines Faktors — Feuchtigkeit — untersucht, erstens, abgesehen von den genannten Medien, und zweitens, mit Rücksicht auf dieselben. Die Temperatur wurde dabei möglichst konstant und normal erhalten. — Hier bei dieser zweiten Versuchsreihe sollte geprüft werden, ob sich die Wirkung dieser verschiedenen Feuchtigkeitsgrade bei einer höheren konstanten Temperatur anders gestalten würde als bei den früheren Versuchen, und wenn dabei Differenzen entstehen, welcher Art diese sind und was für gute oder schlechte Folgen sie für die Keimung haben.

Zur Keimung ausgelegte Samen wurden der höheren Temperatur ausgesetzt in gewöhnlichen Trockenschränken mit Doppelwänden, deren Zwischenraum mit Wasser erfüllt war. Die Doppelwände waren nur 1—1,5 cm von einander entfernt; wohl infolgedessen konnten unbeabsichtigte Temperaturschwankungen nicht immer ganz vermieden werden. Unter jedem Trockenschranke wurden je zwei Petroleumlampen aufgestellt. Die Regulierung der Temperatur im Schranke fand dabei durch das Höher- oder Tieferstellen des Dochtes statt. Um frische Luft von Aussen in den inneren Raum einzuführen und eine möglichst lebhafte Circulation der Luft hervorzurufen, dienten zwei Öffnungen, von denen eine mit einem Rohransatz sich oben befand, eine andere an der vorderen Wand — an der Thür. In die dritte ebenfalls oben befindliche Öffnung war das Thermometer eingesetzt.

Zur Aufnahme der Samen sind hier ebenfalls *kleine* Thonschalen und weisser tertiärer Sand benutzt worden. Die Bestellung wurde nach derselben Art ausgeführt wie bei den ersten Versuchreihen. Die beschickten Thonschalen wurden mit Glasplatten bedeckt und je drei in jeden Trockenschrank eingestellt. Darauf wurden sie jeden Morgen gewogen und die verdunsteten Wassermengen ersetzt.

Bevor ich zu dieser Versuchsreihe übergang, hatte ich eine Vorprüfung mit allen zum Versuche bestimmten Samenarten und zwar bei einer Feuchtigkeitsmenge, welche als günstigste erschien (29,04% (100)), und bei ungefähr gleichmässiger höherer Temperatur angestellt. — Wie aus der Tabelle 18 ersichtlich ist, stimmen die Resultate nicht bei allen Samen überein.

1. Die grössten Keimungsprozente gab Mais, danach Hannagerste, Zuckerrübe, Winterweizen, Hafer, Roggen und Lein. Die zwei letzteren keimten sehr kümmerlich, und die höhere Temperatur scheint für ihre Keimung sehr ungünstig und zu hoch gewesen zu sein. Gleichfalls zeigten Hafer und Winterweizen nicht besonders gute Resultate: beim Hafer keimte kaum die Hälfte, beim Winterweizen war beinahe dasselbe Ergebnis vorhanden. Dagegen erwies sich die verwendete Temperatur für Mais und Zuckerrübe äusserst günstig.

2. Die Leinsamen zeigten meistens nur kleine Würzelchen, welche nachher zusammen mit dem Endosperm verfaulten, ohne weiter zu wachsen. Die Halmfrüchte wurden ziemlich von Schimmelpilzen heimgesucht, nur Gerste machte eine kleine Ausnahme und lieferte um halb soviel von Schimmelpilzen befallene Körner als die übrigen. Es sei hier bemerkt, dass alle befallenen Körner verfaulten und durch Schimmel zerstört wurden, bevor die Keimung begann.

3. Wenn man nun die Keimungsenergie betrachtet, so sieht man, dass der Mais hier obenansteht; er lieferte in 5 Tagen 90%, dann kommt die Zuckerrübe und

Gerste, darauf Winterweizen, Hafer, Roggen und zuletzt Lein.

Gruppieren wir in der Reihenfolge, dass die widerstandsfähigsten vorausgehen, so nimmt den ersten Platz Mais ein, dann folgen Zuckerrübe und Gerste, Winterweizen, Hafer, Roggen und Lein.

Aus den in der Tabelle angeführten Ergebnissen wie aus dem bis jetzt gesagten geht hervor:

1. dass die hohe Temperatur (mittl. von 33°—36° C), welche für die Keimung des Maises sehr günstig war, für Lein und Roggen fast tötend wirkte; dass sie weniger schädlich für den Hafer und die übrigen Samen war.

2. dass die Gerste von allen Halmfrüchten den grössten Widerstand gegen die hohe Temperatur leistete und dass die Temperatur zwischen 30° und 37° C bei ihr noch nicht nachteilig auf die Keimung wirkte. Dasselbe gilt für Zuckerrübe.

Nach dieser Vorprüfung wurde der Hauptversuch in folgender Weise angestellt. Jede Samenart wurde zunächst bei 6 oder 8, je nach Bedarf, verschiedenen Feuchtigkeitsmengen zur Keimung in den genannten Trockenschränken der höheren Temperatur ausgesetzt und zwar mit 1,452% (5), 2,904% (10), 5,808% (20), 11,616% (40), 17,424% (60), 29,04% (100), 31,944% (110) und 34,848% (120) Feuchtigkeit. Weiter wurden die Samen wie bei der Vorprüfung behandelt.

Tabellen 19—25.

Aus den Tabellen ergibt sich folgendes:

Die grössten Keimungsprozente ergaben sich bei Winterweizen und Gerste und zwar zwischen 5,808% (20) und 29,04% (100) Feuchtigkeit. Bei 31,944% (110) Feuchtigkeit zeigte die Gerste schon beinahe eine um die Hälfte geringere Keimungszahl als Winterweizen; das erklärt sich zum Teil aus der Ungleichheit der Temperaturen, welche in diesem Falle etwas höher gestiegen waren. Ebenso zeigte bei der niedrigen Feuchtigkeitsmenge von 2,904% (10) Winterweizen grössere Keimungsprozente als Gerste. — Hafer

18. Die Keimung der S
Feuchtigkeitsgehalt im Boden: 29,04% (

Name der Samen	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Hannagerste					12	26	9	12	13	2	0	2	0	0	0	×			
Anderbecker Hafer						2	7	2	4	2	0	2	6	4	9	1	1	0	3
Winterweizen						3	8	7	13	14	2	2	5	0	0	×			
Zeeländer Roggen									2	3	4	2	2	0	0	×			
Mais				8	27	10	0	0	0	0	×								
Zuckerrübe				2	3	4	6	4	2	3	7	1	10	4	0	0	×		
Lein									2	0	0	0	0	0	0	×			

19. Ge
Varietät: Hanna. Stammt: vom Versuchsfelde zu Halle

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Sande	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)																Prozente der normal gekeimten Samen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1,452 % (5)																	—
2,904 „ (10)									1	2	5	5	6	4	3	1	27 %
5,808 „ (20)							1	7	22	27	9	5	5	2	2	0	80 „
11,616 „ (40)						30	18	27	7	9	2	2	0	0	×		95 „
17,424 „ (60)					46	24	14	0	2	3	2	1	0	0	×		92 „
29,04 „ (100)					36	37	5	1	3	1	1	2	0	1	0	0	87 „
31,944 „ (110)					—	2	10	14	9	2	1	2	0	0	×		40 „
34,848 „ (120)																	—

Das Zeichen × bedeutet den

ei höherer Temperatur.

ingekeimt: im tertiären, weissen Sande.

Ihrer Plumula an die Oberfläche des Sandes gelangten Samen	Prozente der nur mit Radicula versehenen Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen		Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur im Trockenschranke C°		
		gesund	verfault	in 5	in 7	in 9	Min	Mitt	Max
6	—	—	18	12	47	72	30	35	37
23	4	—	30	0	9	15	28	34	.
7	—	—	39	—	11	31	.	35	.
41	12	—	34	0	0	2	31	33,7	.
6	—	—	4	90	—	—	.	36	.
23	—	—	?	36	138	168	.	.	.
—	84	—	14	0	0	2	30	34,3	38

lordeum distichum L.

lt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Ingekeimt: im tertiären, weissen Sande.

Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen	Prozente der verfaulten, verschimmelten und ausgesäuerten Samen			Keimungsenergie in Tagen			Die Länge des Wurzelsystems in cm		Luft-Temperatur während der Keimungsdauer C°		
		nicht gekeimt	mit Radicula	mit Rad. + Plum.	in 5	in 6	in 7	Max	Durchschnitt	Min	Mitt	Max
—	98 %	2	—	—	—	—	—	—	—	30	36	40
—	17 „	17	20	63	—	—	—	1	0,4-0,7	29	32,2	37
—	7 „	7	5	88	—	—	1	4	0,5-1	.	.	.
—	3 „	3	—	97	30	48	75	6	2-4	28	31	34
—	2 „	2	4	94	46	70	84	5	1-3	.	31,5	.
—	5 „	5	3	92	36	73	78	4	1-2	.	31,2	.
—	53 „	53	—	47	—	2	12	4	1-1,5	29	32,2	37
—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	30	33,7	39

angegebenen Tage.

20. Winterweizen „Belija“.

Varietät: weisskörnig. Stamm: aus Serbien (Wran

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Sande	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1,452 % (5)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,904 „ (10)				—	8	17	12	1	2	0	0	0	0	×
5,808 „ (20)				18	40	29	7	1	0	0	0	×	—	—
11,616 „ (40)				24	29	15	9	7	2	4	0	0	×	—
17,424 „ (60)				5	47	15	8	3	1	0	0	0	0	×
29,04 „ (100)				21	43	7	7	1	4	1	2	0	0	×
31,944 „ (110)				3	35	30	8	4	0	1	0	0	×	—
34,848 „ (120)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Zeichen × bedeutet den S

21. Roggen

Varietät: Zeeländer. Stamm: vom Versuchsfelde zu Halle

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Sande	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)													Prozente der normal gekeimten Samen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1,452 % (5)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,904 „ (10)				—	—	2	4	9	2	2	4	2	0	25 %
5,808 „ (20)				7	6	9	8	4	0	1	1	1	0	37 „
11,616 „ (40)				6	14	12	8	1	0	0	0	0	×	41 „
17,424 „ (60)				15	14	9	6	5	2	0	0	0	×	51 „
29,04 „ (100)				12	18	6	3	1	1	0	0	1	0	42 „
31,944 „ (110)				1	2	5	7	4	1	0	3	2	0	25 „
34,848 „ (120)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Zeichen × bedeutet den S

licum vulgare L.

: 1/2 Jahr. Eingekemt: im tertiären, weissen Sande.

gelangten Samen	Prozente der nur mit Radicula versehenen Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen		Keimungsenergie in Tagen		Länge des Wurzelsystems in cm		Luft-Temperatur während der Keimungsdauer C°		
		gesunde	verfault und ausgesäuert	in 5	in 6	Max	Durchschnitt	Min	Mitt	Max
—	—	96 0/10	4 0/10	—	—	—	—	30	33,7	39
—	—	29 „	—	8	25	9	5-6	28	31	35
—	—	—	5 „	58	87	10	6-8	„	„	„
4 0/10	—	—	4 „	53	68	10	6-7	27	29	35
4 „	—	—	12 „	52	67	10,5	7-8	„	„	„
3 „	—	—	7 „	64	71	9	5-7	„	„	„
4 „	—	—	9 „	38	68	8	4-5	28	31	35
—	—	—	100 „	—	—	—	—	30	33,7	39

Versuches am angegebenen Tage.

cale cereale L.

: 1/2 Jahr. Eingekemt: im tertiären, weissen Sande.

Samen	Prozente der nicht gekeimten gesunden Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen		Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur während der Keimungsdauer C°		
		verfault	ausgesäuert	in 4	in 6	in 8	Min	Mitt	Max
—	87 0/10	13 0/10	—	—	—	—	30	36	40
—	—	38 „	—	0	2	15	26	30,9	37
—	—	44 „	—	7	22	34	„	„	„
—	—	?	—	6	32	41	27	31	35
—	—	?	—	15	38	49	„	„	„
—	—	?	—	12	36	40	„	„	„
—	—	37 „	30	1	8	19	26	30,9	37
—	—	—	100	—	—	—	30	33,7	39

Versuches am angegebenen Tage.

22. Hafer. -

Varietät: Anderbecker. Stammt: vom Versuchsfelde zu Hall

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Sande	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)														Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der noch nicht mit der Plumula an die
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
2,904 % (10)					—	—	—	—	—	1	1	0	0	0	2 %	12
5,808 „ (20)					—	8	38	11	10	4	5	0	0	×	76 „	10
11,616 „ (40)					3	69	14	4	2	0	0	×	—	—	92 „	3
17,424 „ (60)					13	42	11	3	5	5	5	0	×	—	84 „	10
29,04 „ (100)					—	41	19	3	0	2	1	0	0	×	66 „	—
31,944 „ (110)					3	17	2	3	1	0	0	×	—	—	26 „	1
34,848 „ (120)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Zeichen × bedeutet d

23. Mai

Varietät: gelber, grosskörniger. Stammt: aus Serbien (Wranje

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes im Sande	Die Zahl der aufgekeimten Körner (wie sie in einzelnen Tagen gekeimt haben)													Summa der normal gekeimten Körner	Die Zahl der noch nicht mit der Plumula an die Oberfläche des Sandes gelangten Körner
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
2,904 % (10)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	4
5,808 „ (20)				—	1	1	2	1	4	4	2	0	0	15	22
11,616 „ (40)				1	3	3	5	3	0	0	0	×	—	15	19
17,424 „ (60)				—	—	1	4	0	0	0	0	0	×	5	—
29,04 „ (100)				—	1	0	0	0	0	0	0	×	—	1	—
31,944 „ (110)				—	—	—	1	0	0	0	0	0	×	1	—

Das Zeichen × bedeutet d

ena sativa L.

S. Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: im tertiären, weissen Sande.

Samen	Prozente der Samen, welche nur gespitzt haben	Prozente der nicht gekeimten Samen		Die Länge des Wurzelsystems in cm		Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur während der Keimungsdauer C°		
		gesunde	verfault und ausgesäuert	Max	Durchschnitt	in 5	in 6	in 7	Min	Mitt	Max
%	21 %	35 %	—	3	1,5—2	—	—	—	27	32,2	39
„	—	12 „	—	7,5	4—5	—	8	46	„	„	„
„	—	4 „	—	8,5	5—7	3	72	86	„	32	„
„	—	6 „	—	9	6—7	13	55	66	„	„	„
„	5 „	29 „	—	7	3—5	—	41	60	„	„	„
„	—	64 „	9 %	5	1—2,5	3	20	22	„	32,2	„
„	—	—	100 „	—	—	—	—	—	30	36	40

fluss am angegebenen Tage.

ea Mays L.

lt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: im tertiären, weissen Sande.

beraltene Körner	Prozente der gekeimten Körner				Prozente der nachträglich verfaulten und befallenen Körner				Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur während der Keimungsdauer C°		
	normale	mit Radicula und Plumula	mit Radicula	Summa	mit Radicula und Plumula	nur mit Radicula	nicht keimter	Summa	in 5	in 6	in 7	Min	Mitt	Max
21	0	8 %	50 %	58 %	8 %	50 %	42 %	100 %	—	—	—	31	38,5	41
4	30 %	44 „	18 „	92 „	44 „	18 „	8 „	70 „	1	2	4	„	„	„
2	30 „	38 „	28 „	96 „	38 „	28 „	4 „	70 „	4	7	12	32	38	42
15	10 „	—	60 „	70 „	—	60 „	30 „	90 „	—	1	5	„	„	„
39	2 „	—	20 „	22 „	—	20 „	78 „	98 „	1	1	1	„	„	„
46	2 „	—	6 „	8 „	—	6 „	92 „	98 „	—	—	1	31	38,5	41

fluss am angegebenen Tage.

24. Zuckerrübe.

Varietät: Wanzlebener. Stammt: aus Klein-Wanzleben

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Sande	Die Zahl der Keimlinge (wie sie in einzelnen Tagen erschienen sind)															Summa der normalen Keimlinge
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2,904 ‰ (10)				—	—	—	1	1	1	0	1	0	1	0	0	
5,808 „ (20)				—	—	5	8	12	5	11	9	8	7	6	4	7
11,616 „ (40)				—	2	24	16	14	14	4	4	14	5	8	1	10
17,424 „ (60)				—	13	32	12	9	3	5	0	1	1	0	0	7
29,04 „ (100)				—	56	81	29	6	3	8	2	1	0	2	2	19
31,944 „ (110)				4	75	59	11	11	2	2	0	2	2	1	0	16
34,848 „ (120)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

und Zuckerrübe kommen den Keimungsprozenten nach in zweiter Reihe. Die Haferkörner zeichneten sich bei 11,616 ‰ (40) und 17,424 ‰ (60) Feuchtigkeit besonders aus, sowohl durch den grössten Prozentsatz als durch ein üppiges Aussehen der Keimpflanzen. Es ist hier auffallend der kleine Prozentsatz des Hafers und der Zuckerrübe bei 2,904 ‰ (10) gegenüber den übrigen Halmfrüchten, bei denen sich die Keimungszahl allmählig und nicht so plötzlich und schroff wie hier verminderte. Die Zuckerrübe verhielt sich auch zwischen 11,616 ‰ (40) und 29,04 ‰ (100) ähnlich. Alle drei Thonschalen mit den erwähnten Feuchtigkeitsgraden waren einer gleichen Temperatur ausgesetzt (sie wurden in einen Trockenschränke eingestellt) und es ergab sich zuletzt, dass bei der Thonschale mit wenig Feuchtigkeit — 11,616 ‰ (40) — 30 Keimlinge mehr und bei 29,04 ‰ (100) über 110 mehr als bei der Thonschale mit 17,424 ‰ (60) gefunden wurden. Worin die Ursache dieser Unnormalität liegt, kann ich nicht erklären. — Die Zuckerrübenknäuel

Peta vulgaris L.

Alt: $\frac{1}{2}$ Jahr. Eingekieimt: im tertiären, weissen Sande.

Die Zahl der Keimlinge gelangten Oberfläche des Sandes	Die Zahl der ausge- säurten Knäuel	Nachträgliche Auslegung der Knäuel zum Keimen im Fließpapier		Keimungsenergie in Tagen			Luft- Temperatur während der Keimung C°		
		Die Zahl der ge- keimten Knäuel	Die Zahl der Keim- linge	in 5	in 6	in 7	Min	Mitt	Max
9	—	60	121	—	—	1	28	30,8	34
8	—	51	82	—	5	13	„	„	„
1	—	30	44	2	26	42	29	31,8	36
4	—	16	21	13	45	57	„	„	„
2	—	10	14	56	137	166	„	„	„
1	—	2	2	79	138	169	28,5	30,8	34
—	100	—	—	—	—	—	30	36	40

keimten am besten bei den zwei letzten Feuchtigkeitsgraden: 29,04% (100) und 31,944% (110). Als vorletzte kommen Roggen und Mais. Beim Roggen keimte von 100 Körnern im günstigsten (17,424% (60)) Falle kaum die Hälfte; die Körner hatten bei den niedrigen Feuchtigkeitsgraden alle eine Keimungszahl unter 42%. Mais keimte sehr schlecht, und was auskeimte — sah äusserst kümmerlich aus. Die Temperatur, welcher die Maiskörner die ganze Keimungsdauer hindurch ausgesetzt wurden, war absichtlich höher als bei den übrigen Samenarten gewählt worden, sie sank nur zweimal unter 35° C, sonst stand sie stets zwischen 35° C und 42° C. Wie noch besser aus der Tabelle zu sehen ist, scheint es, dass diese Temperaturgrade die obersten sind, bei denen der Mais noch einige kümmerliche Keimpflänzchen zu liefern vermag. Dieser Befund steht zunächst im Widerspruch zu dem Haberlandt'schen, da, wie oben erwähnt, die Maximum-Temperaturgrenze nach Haberlandt zwischen 44° und 55° C liegt. Ebenso ergibt sich hier

beim Mais, dass die grösseren Feuchtigkeitsmengen mehr hindernd als fördernd auf die Keimung wirkten, sodass die Samen bei 5,808 ‰ (20) und 11,616 ‰ (80) ein grösseres Prozent der aufgekeimten Samen lieferten als bei den übrigen höheren Feuchtigkeitsgraden.

25. Lein. — *Linum usitatissimum* L.

Varietät: weissblühender. Stamm: vom Versuchsfelde zu Halle a. S. Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr.

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes im Boden	Prozente der nur mit Radicula versehenen Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen	Prozente der verfaulten und verschimmelten Samen	Luft- Temperatur im Trockenschranke C°		
				Min	Mitt	Max
2,904 ‰ (10)	100 ‰	—	alle verfaulten	29	32	34,5
5,808 „ (20)	100 „	—		„	„	„
11,616 „ (40)	100 „	—		30	33,3	37
17,424 „ (60)	100 „	—		„	„	„
29,04 „ (100)	60 „	40 ‰		„	„	„
31,944 „ (110)	7 „	93 „		29	32	34,5

Zuletzt kommt der Lein, welcher sich durch sehr grosse Empfindlichkeit der hohen Temperatur gegenüber auszeichnete: keiner von den keimenden Samen gelangte mit den Cotyledonen an die Oberfläche, sondern die meisten entwickelten ihre Radicula, welche in kürzester Zeit verfaulte, bevor die Plumula zum Vorschein kommen konnte. Die Samen haben zwischen 2,904 ‰ (10) und 17,424 ‰ (60) Feuchtigkeit alle gespitzt (die Radicula gezeigt). Bei 29,04 ‰ (100) spitzten 60 Samen, die anderen verfaulten, ohne gekeimt zu haben und bei 31,944 ‰ (110) zeigten nur 7 Körner ihre Radicula, welche kaum eine Länge von 0,5 cm erreichten und schon zum Teil von Schimmelpilzen befallen

waren, die übrigen 93 haben nicht gekeimt und schienen gesund zu sein, deshalb wurden sie einem zweiten Keimungsversuche unterzogen, wobei sich herausstellte, dass ihre Keimfähigkeit verloren gegangen war, da sie alle verfaulten. — Aus dem bis jetzt gesagten geht deutlich hervor, dass die genannte Temperatur, wenn auch nicht tötend, doch nicht sehr günstig auf die Keimung der Samen wirkt; besonders scheint die Maximum-Temperaturgrenze des Leines in der Nähe zu liegen, wahrscheinlich zwischen 34° und 37° C, wie auch Haberlandt nachgewiesen hatte. Es ist hier noch zu bemerken, dass die in weniger feuchtem Sande ausgelegten Samen weit bessere Keimungsergebnisse erzielten und grösseren Widerstand der Temperatur gegenüber leisteten, als die bei stark gesättigtem Sande. Die Verminderung der Keimfähigkeit steigt also nicht nur mit der Temperatur, sondern auch mit der Feuchtigkeit.

2. Durch die Keimungsenergie zeichneten sich Winterweizen und Roggen vor allen übrigen Arten aus: schon am 4. Tage ergab sich eine grosse Zahl gut aufgegangener Keimpflänzchen.

Zuckerrübe, Gerste und Hafer besaßen auch sehr gute Keimungsenergie. Nur Mais, den Lein ziehe ich hier nicht in Betracht, blieb zurück, was auf die nachteilige Wirkung der hohen Temperatur zurückzuführen ist.

Die beste Keimungsenergie des Winterweizens war zwischen $5,808\%$ (20) und $29,04\%$ (100) Feuchtigkeit und zeigte sich bei allen diesen Graden fast gleich.

Beim Roggen war sie auch zwischen $5,808\%$ (20) und $29,04\%$ (100), wenn auch nicht so stark, wie beim Winterweizen.

Bei Gerste und Hafer lag sie zwischen $11,616\%$ (40) und $29,04\%$ (100).

Die Zuckerrübe zeigte bei den zwei letzten Feuchtigkeitsmengen $29,04\%$ (100) und $31,944\%$ (110) die beste Keimungsenergie.

Beim Mais zeigte sich die Keimungsenergie besser innerhalb der unteren Feuchtigkeitsgrade: 5,808% (10) und 17,424% (60).

3. Was die Zahl der verfaulten und verschimmelten wie auch der nicht gekeimten Körner betrifft, so ist sie beim Lein, Mais, Roggen¹⁾ und Hafer am grössten gewesen. Winterweizen lieferte eine sehr kleine Zahl verfaulten und verschimmelter Körner und im Vergleich mit den anderen Getreidearten zeigte er sich als am widerstandsfähigsten nicht nur gegen Temperatur, sondern auch gegen Schimmelpilze.

Die Zuckerrübe zeigte sich ganz frei von Schimmel und schien am wenigsten von Fäulnis gelitten zu haben; dafür spricht auch das günstige Ergebnis der zweiten Keimung der zuerst nicht gekeimten Knäuel.

Die nicht gekeimten Körner wurden bei den meisten Samen mit Ausnahme des Winterweizens noch weiter auf ihre Keimfähigkeit geprüft und bei allen stellte sich dasselbe (mit Ausnahme der Zuckerrübe und der unbeeinfallenen Samen bei der niedrigsten Feuchtigkeitsmenge von 1,452% (5) heraus, dass ihre Keimfähigkeit durch Temperatur, Fäulnis und Schimmelpilze zerstört worden war.

4. Es ist hier ziemlich schwer zu präzisieren, welche Samen widerstandsfähiger der hohen Temperatur gegenüber sind und welche nicht. Der Unterschied in dieser Hinsicht entsteht nur dadurch, dass die angewandten Wärmegrade nicht vollkommen gleich waren. Die Temperaturschwankungen bei Getreidearten und der Zuckerrübe sind nicht besonders gross gewesen: die Mitteltemperatur bei den einzelnen Samen variierte meistens um 1–3° C, welcher Unterschied für den Keimungsprozess nicht von sehr grossem

1) Der Roggen stellte, beim Abbrechen des Versuches, eine verfaulte Masse dar, so dass man nicht erkennen konnte, was gekeimt und was nicht gekeimt hatte und deshalb fehlen die Angaben über die Körner, bei denen eine Radicula entwickelt war, wie auch bei der mit noch nicht an die Oberfläche des Sandes gelangten Plumula etc. (s. Tab. Roggen).

Einflüsse gewesen sein dürfte, so dass dadurch derart auffallende Differenzen im Prozentsatze der betreffenden Samen hervorgerufen werden konnten. — Dass ich Mais absichtlich so hoher Temperatur ausgesetzt habe, geschah deshalb, weil sich beim Vorversuch die Temperatur zwischen 31° und 37° (mittl. 36° C) sehr günstig gezeigt hatte, und auf Grund der Haberland'schen Befunde.

Gruppieren wir jetzt die Samen nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegen höhere Temperatur, wie sie sich bei der Vorprüfung und bei den späteren Versuchen gezeigt hat, und zwar so, dass die widerstandsfähigsten vorausgehen, so ergibt sich folgende Reihenfolge:

beim Vorversuche;	bei den Hauptversuchen:
1. Mais	1. Mais
2. Gerste und Zuckerrübe	2. Gerste und Weizen
3. Weizen	3. Zuckerrübe und Hafer
4. Hafer	4. Roggen
5. Roggen	5. Lein
6. Lein.	

Hier findet sich also fast dasselbe Verhalten bei beiden Versuchsgruppen, nur dass der Winterweizen, bei den letzten Versuchen, an dritter, bzw. an zweiter Stelle und die Zuckerrübe an vierter, bzw. dritter Stelle steht.

Aus den Tabellen und aus dem bis jetzt Gesagten lässt sich folgendes zusammenfassen:

1. dass die grösste Widerstandsfähigkeit einer hohen Temperatur gegenüber bei der Keimung: Mais, dann Gerste und Weizen, Zuckerrübe und Hafer, Roggen und zuletzt Lein zeigten.

2. dass die Samen mit Ausnahme der Zuckerrübe in nicht stark und normal gesättigtem Sande weniger durch hohe Temperatur leiden und besser keimen.

3. dass das Minimum und das Maximum der Feuchtigkeit bei allen zum Versuch benutzten Samenarten, mit

Ausnahme des Maises und des Leines, zwischen denselben Feuchtigkeitsgraden: das Maximum zwischen 31,944% (110) und 34,848% (120) und Minimum zwischen 2,904% (10) und 1,452% (5), liegen.

4. dass je grösser die Feuchtigkeit ist, um so unnormaler die Keimung verläuft.

5. dass eine Temperatur (mittl.) von 31° C bis 33° C bei normalen Feuchtigkeitsverhältnissen für die Keimung des Hafers, des Weizens und der Gerste ganz unschädlich ist; für Roggen und Zuckerrübe weniger günstig und für Lein tödend.

6. dass die Temperatur von 38° C für die Keimung des Maises sehr ungünstig ist.

7. dass je weniger Feuchtigkeit bei einer hohen Temperatur der Sand enthält, um so grösser die Zahl der gesunden, nicht verfaulten und nicht gekeimten Körner ist, und deren Keimfähigkeit weniger leidet, als bei stark gesättigtem Sande.

IV. Versuchsreihe.

Das Keimen beim Obenaufliegen der Saat.

Wollny sagt in seinem Werke: „Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“, Berlin 1885, bei Besprechung¹⁾ der Saattiefe: „Unter natürlichen Verhältnissen werden die Samen der Pflanzen auf die Oberfläche des Bodens gesät, wo sie nur bei feuchter Witterung oder wenn sie, durch abfallende Blätter bedeckt, durch Insekten verschleppt werden oder in Risse und Spalten des Bodens geraten, zu keimen vermögen.“²⁾ Da der Umstand, dass

1) S. 513.

2) Ähnlich findet auch meist die Keimung der Saat bei der extensiven Landwirtschaft in Serbien statt, wo nur grösstenteils der Pflug und statt der Eggen leichte mit Dorngeflecht versehene Ackerschleifen in Gebrauch sind, und wo durch eine solche primitive Bearbeitung jedenfalls die physikalische Beschaffenheit des Bodens sehr wenig gebessert wird. — Von Saatmethoden kennt man nur Breitsaat (In Nord-Serbien hat in der

Die obenaufliegenden Körner „bei feuchter Witterung zu keimen vermögen“, von Wollny nur erwähnt worden ist, ohne durch Versuche Beweise zu bringen, so habe ich mir die Aufgabe gestellt, diesen Punkt mit zum Gegenstand meiner Untersuchungen zu nehmen und wenn möglich, zur Klarlegung derselben etwas beizutragen. Der Zweck der Versuche ist, festzustellen: *wie weit sich die Wirkung der Feuchtigkeit auf den obenaufliegenden Samen erstreckt, und welche Feuchtigkeitsmengen für ihre Keimung und das weitere Wachstum der Keimpflänzchen als günstigste angenommen werden können?*

Die erste Versuchsreihe wurde in kleinen Thonschalen (den vorher verwendeten Blumentopfuntersätzen) mit thoniger Gartenerde von höchstens 2 cm Korngrösse ausgeführt. Die Samen wurden in gleichen Abständen voneinander, je 100 Körner, bei Mais je 50 in jeder Schale, auf die Oberfläche der Erde zur Keimung ausgelegt¹⁾ und gleichmässig mit den angegebenen Mengen Wasser tropfenweise begossen. Bei „der Aussaat“ wurden die Samen nur bis zur Hälfte in die Erde eingedrückt, die andere Hälfte mit dem Embryo ragte nach oben.

Letzten Zeit auch die Drillmaschine Anwendung gefunden, weil man dort den Boden viel rationeller und intensiver bearbeitet als im übrigen Teil von Serbien.) Gleich nach dem Pflügen folgt, ohne zu eggen, die Aussaat und dabei bleibt eine grosse Zahl der Samen auf der Oberfläche des Ackers; die Ackerschleife kann sie dann nicht mit Erde vollständig bedecken, da die Erde dazu nicht genug krümelig ist, sondern die Körner bleiben noch weiter obenaufliegen, ausgesetzt dem Unwetter, dem Frost, den Vögeln und allerhand Gefahren. Noch weit grössere Nachteile entstehen für die Saat bei schweren Böden, bei denen der Pflug grosse Schollen erzeugt, die bei eintretender Trockenheit sehr schnell austrocknen und sehr hart werden, wodurch dem Eindringen der Würzelchen grosser Widerstand geleistet und dasselbe sehr schwer gemacht wird. Es ist dies mit ein Anlass für mich gewesen, die hier im dritten Teil dargestellten Versuche zu unternehmen.

1) Die Bestellung wurde bei jeder Samengattung in allen Feuchtigkeitsgraden gleichzeitig an demselben Tage ausgeführt.

Die Thonschalen wurden, um gerade hier die Verhältnisse möglichst den natürlichen entsprechend zu gestalten, in einem, an den Seiten offenem, Glashause aufgestellt, wo einerseits die Aussenluft und das Sonnenlicht reichlich Zutritt hatte, wo andererseits aber der Regen abgehalten wurde. — Jeden Morgen wurden die Thonschalen gewogen und die durch Verdunstung entzogenen Wassermengen durch tropfenweises Begiessen auf der Wage ersetzt, und dabei der Keimungsverlauf der Samen in Augenschein genommen.

Das Ergebnis ist folgendes:

Tabellen 26 bis 32.

1. Den grössten Prozentsatz der aufgekeimten Körner, also die beste Keimungsenergie, hatten: erstens Winterweizen, dann Roggen, Lein, Hafer, Gerste, Zuckerrübe und zuletzt Mais.

2. Am wenigsten machten Ansprüche im Bezug auf die Feuchtigkeit: Winterweizen, darauf Roggen, Hafer, Gerste, Zuckerrübe, Lein und Mais. Sehr empfindlich der Trockenheit gegenüber waren dagegen besonders: Mais, Lein, Zuckerrübe und Gerste.

3. Die grösste Zahl der verfaulten, von Schimmelpilzen befallenen und ausgesäuerten (ausgelaugten) Körner ergab sich bei Mais (von 350 gesunden und guten Körnern 294 verfaulte), Hafer (von 800 gesunden — 219 verfaulte), Lein (von 700 gesunden — 143 verfaulte), Gerste (von 600 gesunden — 123 verfaulte), Roggen (von 900 gesunden — 173 verfaulte) und Winterweizen (von 900 gesunden Körnern — 72 verfaulte). Bei der Zuckerrübe konnte man nicht die Zahl der ungekeimten, wie verfaulten Knäuel genau feststellen.

4. Das Aussehen der aufgegangenen Pflänzchen war überall nicht ganz befriedigend. Die Mehrzahl zeichnete sich durch kümmerliches, langsames und ungleichmässiges Wachstum aus, insbesondere bei 18,18% (60) und 24,24% (80) Feuchtigkeit; davon machten eine gewisse Ausnahme Roggen, Hafer und Winterweizen.

5. Die Minimum-Feuchtigkeitsgrenze liegt bei allen diesen Samenarten, mit Ausnahme des Maises, bei welchem dieselbe etwas höher, nämlich bei 30,3% (100) steht, zwischen 18,18% (60) und 12,12% (40) Feuchtigkeit.

Die Maximum-Feuchtigkeitsgrenze liegt bei Lein, Winterweizen, Roggen und Mais etwas über 66,66% (220). Bei Zuckerrübe, Gerste und Hafer stand sie etwas darunter, zwischen 60,6%, (200) und 66,66% Feuchtigkeit. Also leisteten auch hier auf dem übersättigten, wie auf dem knapp mit Wasser versehenen Boden, Winterweizen und Roggen den grössten Widerstand und keimten am besten.

Nach Beendigung der Versuche wurden die Plumulae und Radiculae bei jeder Pflanze gemessen; die Länge derselben ist in den nächstfolgenden Tabellen zusammengestellt. Die Pflanzenteile des Leins und der Zuckerrübe konnten wegen zu geringer Entwicklung nicht gemessen werden.

Tabellen 33 bis 37.

Aus diesen Tabellen ist im Allgemeinen folgendes zu entnehmen:

1. Die kräftigsten Keime waren bei den Feuchtigkeitsgraden vorhanden, bei denen der grösste Prozentsatz der Körner gekeimt hatte, also wo die günstigsten Feuchtigkeitsverhältnisse herrschten.

2. Mit steigender Feuchtigkeit steigt auch die Länge der Keime, wenn auch nicht gleichmässig und proportional, und zwar bis zu gewissen Grenzen; über diese Grenzen hinaus ist sofort ein Rückgang im Wachstum zu konstatieren.¹⁾

Es ist hier noch besonders zu beachten, dass das Wetter während der ersten Tage der Keimungsdauer beim Lein und Mais an den ersten 9 Tagen, bei Zuckerrübe an den ersten 14 Tagen, bei der Gerste an den ersten 13 Tagen und bei Roggen, Winterweizen und Hafer während der ganzen Keimungsdauer sehr feucht und regnerisch und zugleich trübe

1) Dies zeigt sich besonders deutlich bei Mais, Gerste, Hafer etc.

26. Gerste.

Varietät: Hanna. Stamm: vom Versuchsfelde zu Halle a

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Boden	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie an einzelnen Tagen gekeimt habe													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18,18 ‰ (60)				—	—	1	0	0	3	3	1	1	1	0
24,24 „ (80)				—	—	47	7	6	10	12	4	10	1	
30,3 „ (100)				—	—	ge- spitzt 2	2	10	18	24	16	7	6	0
42,42 „ (140)				1	0	0	7	41	31	12	6	0	0	×
48,48 „ (160)				1	1	0	7	14	14	12	12	5	8	2
60,6 „ (200)				—	—	—	—	—	—	1	2	0	1	3

27. Hafe

Varietät: Anderbecker. Stamm: vom Versuchsfelde zu

Prozente des Feuchtigkeits- gehaltes im Boden	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie an einzelnen Tagen gekeimt habe																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12,12 ‰ (40)							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18,18 „ (60)							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24,24 „ (80)							1	10	14	4	3	117	5	3	6	2	6	6	
30,3 „ (100)							—	—	—	9	6	2	4	10	8	5	7	4	
36,36 „ (120)							—	9	10	15	9	10	4	3	10	3	4	6	0
42,42 „ (140)							6	9	7	15	10	7	3	1	6	5	7	4	2
48,48 „ (160)							3	3	6	5	5	0	2	1	0	3	2	6	0
60,6 „ (200)							—	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Hordeum distichum L.

Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekemt: auf der thonigen Gartenerde

Prozente der normal gekeimten Samen	Prozente der nur mit Radicula versehenen Samen	Prozente der nicht gekeimten Samen			Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur im Glashause C°		
		gesund	verfault	aus- gesäuert	in 7	in 9	in 11	Min	Mitt	Max
100%	50%	850%	—	—	1	4	8	6	16,3	38
1	38	11	—	—	0	13	35	.	.	.
8	8	—	40%	—	4	32	72	.	.	.
8	1	—	1	—	8	80	98	6	13,5	25
2	—	—	180%	—	9	37	65	.	16,3	38
9	1	—	90	.	0	0	3	.	.	.

Avena sativa L.

a. S. Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekemt: auf der thonigen Gartenerde.

Prozente der normal gekeimten Samen (Radicula + Plumula)	Prozente der mit Plumula versehenen Samen (ohne Radicula)	Prozente der nicht gekeimten gesunden Samen	Keimungsenergie in 10 Tagen	Prozente der nicht ge- keimten Samen		Luft-Temperatur im Glashause C°		
				verfaulte	aus- gesäuerte	Min	Mitt	Max
—	—	1000%	—	—	—	18	20	22
—	—	100	—	—	—	.	.	.
800%	800%	5	290%	150%	—	6	13,5	25
73	73	7	9	18	—	.	.	.
90	91	—	34	5	40%	.	.	.
85	90	—	37	15	—	.	.	.
37	49	—	17	—	63	.	.	.
3	3	—	1	—	97	.	.	.

28. Winterweizen „Beli
Varietät: weisskörniger. Stammt: aus Serbien (Wra

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Boden	Die Zahl der aufgekeimten Same wie sie an einzelnen Tagen gekeimt																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12,12 % (40)																			
18,18 „ (60)					1	2	14	10	2	20	2	9	2	1	2	0	1	5	0
24,24 „ (80)					46	11	10	7	1	0	7	4	1	1	0	2	0	3	0
30,3 „ (100)					69	9	9	1	1	1	2	3	0	1	0	0	0	0	×
36,36 „ (120)					83	10	2	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	×	—
42,42 „ (140)					96	2	2	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48,48 „ (160)					81	17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	×	—	—
60,6 „ (200)					12	15	10	21	20	1	3	0	10	0	1	0	0	0	×
66,66 „ (220)*)					gespitzt 80	—	—	—	62	2	0	0	0	0	×	—	—	—	—

*) Am dritten Tage spitzten 80 Samen, säeten
nur 64 normal ausgewach:

29. Roggen
Varietät: Zeeländer. Stammt: vom Versuchsfelde zu Halle

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Boden	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie an einzelnen Tagen gekeimt haben)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12,12 % (40)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18,18 „ (60)					4	2	4	2	0	0	0	0	0	×
24,24 „ (80)					75	1	12	1	2	0	0	0	0	1
30,3 „ (100)					89	4	3	0	1	1	1	0	0	0
36,36 „ (120)					—	97	0	2	0	0	0	0	×	—
42,42 „ (140)					92	3	3	0	0	0	0	×	—	—
48,48 „ (160)					92	1	2	0	0	0	0	0	×	—
60,6 „ (200)					14	0	0	0	0	0	0	0	1	0
66,66 „ (220)*)					gespitzt 100	—	—	—	18	0	0	0	0	×

*) Am Anfang spitzten zwar alle 100 Körner,
achten Tage nur 18 Keimlinge konstatieren

icum vulgare L.

: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekieimt: auf der thonigen Gartenerde.

5	26	27	Prozente der normal gekieimten Samen	Prozente der gesunden nicht gekieimten Samen	Prozente der verfaulten nicht gekieimten Samen	Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur im Glashause C°		
						in 5	in 6	in 7	Min	Mitt	Max
—	—	—	—	100 %	—	—	—	—	19	20	23
0	0	0	72 %	19 %	9 %	1	3	27	6	16,3	38
0	×	—	97 „	3 „	—	46	57	74	„	13,5	25
—	—	—	96 „	4 „	—	69	78	88	„	13	„
—	—	—	99 „	1 „	—	83	93	95	„	„	„
—	—	—	100 „	—	—	96	98	100	„	14	„
—	—	—	99 „	—	1 „	81	98	98	„	13	„
—	—	—	93 „	—	7 „	12	27	58	9	21,5	39
—	—	—	64 „	—	36 „	—	—	—	19	20	23

nach und nach aus, und man konnte am 13. Tage keimungsfähige Pflänzchen konstatieren.

cale cereale L.

t: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekieimt: auf der thonigen Gartenerde.

Samen	Prozente der nicht gekieimten gesunden Samen	Prozente der verdorbenen nicht gekieimten Samen		Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur im Glashause C°			Prozente der an- gekieimten ver- faulten Samen
		ver- fault	ausge- säuert	in 5	in 6	in 7	Min	Mitt	Max	
—	100 %	—	—	—	—	—	18	20	22	—
%	88 „	—	—	4	6	10	„	„	„	—
„	6 „	—	—	75	76	88	6	13	25	—
„	—	1 %	—	89	93	96	„	14	„	—
„	—	1 „	—	—	97	97	„	„	„	—
„	—	2 „	—	92	95	98	„	„	„	—
„	—	5 „	—	92	93	95	„	13	„	—
„	—	—	85 %	14	14	14	„	„	„	—
„	—	—	—	—	—	18	18	20	22	82 %

nachher nach und nach aus und man konnte am weiteren Fortwachsen befähigt waren.

Zea Mays L.

Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekieimt: auf der thonigen Gartenerde.

Summa der normal gekeimten Samen	Prozente der normal gekeimten Körner	Die Zahl der nur mit Radicula ver- sehenen Samen	Die Zahl der nicht gekeimten, gesunden Körner	Die Zahl der nicht gekeimten Samen			Keimungs- energie in Tagen			Luft- Temperatur im Glashause C°		
				ver- fault u. be- fallen	ausge- säuert		in 10	in 14	in 17	Min	Mitt	Max
—	—	—	4	46	—	—	—	—	—	8	20,5	39
—	—	—	2	48	—	—	—	—	—	„	„	„
2 0/10	4 0/10	2	—	48	—	—	1	1	—	„	„	„
13 „	26 „	4	—	37	—	—	8	10	—	„	„	„
24 „	48 „	5	—	21	—	1	5	14	—	„	„	„
12 „	24 „	—	—	—	38	0	5	12	—	„	„	„
1 „	2 „	—	—	—	49	—	1	1	18	20	22	—

Beta vulgaris L.

Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekieimt: auf der thonigen Gartenerde.

						Zahl der normalen Keimlinge	Prozente der ausge- säurten Knäuel	Prozente der Knäuel, welche gespitzt haben	Keimungsenergie in Tagen		Luft- Temperatur im Glashause C°		
23	24	25	26	26	26				in 16	in 19	Min	Mitt	Max
0	×	—	—	—	—	2	—	—	2	2	7	19	39
0	—	—	—	—	—	15	—	—	11	15	„	„	„
0	0	×	—	—	—	101	—	—	59	101	„	„	„
1	2	17	12	2	—	188	—	—	57	136	„	„	„
5	18	28	5	9	—	174	—	—	1	56	„	„	„
1	16	1	2	7	—	40	?	—	1	2	„	„	„
—	—	—	—	—	—	1	99 0/10	3 0/10	1	1	19	20	22

Varietät: weissblühender. Stammt: vom Versuchsfelde zu Halle

Prozente des Feuchtigkeitsgehaltes im Boden	Die Zahl der aufgekeimten Samen (wie sie an einzelnen Tagen gekeimt haben)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
18,18 ‰ (60)								—	—	—	1	0	1	0	0	0	×	—	—
24,24 „ (80)								—	4	4	0	2	1	0	0	0	0	×	—
30,8 „ (100)								—	7	9	16	1	10	3	4	0	1	4	0
42,42 „ (140)								—	17	59	11	0	0	0	5	1	0	1	0
48,48 „ (160)								—	3	82	15	×	—	—	—	—	—	—	—
60,6 „ (200)								2	9	2	×	—	—	—	—	—	—	—	—
66,66 „ (220)*								—	80	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*) Am Anfang spitzten zwar alle 100 Samen, säu-
zehnten Tage nur 80 Keimlinge konstatieren, wel

und kühl gewesen ist, infolge dessen die mit wenig Wasser versehenen Samen genügend Zeit hatten, reichlich Wasser aufzunehmen und früher auszukeimen als vielleicht unter anderen Verhältnissen, da die Wasserverdunstung aus der obersten Schicht der Erde, auf welcher die Körner unmittelbar auflagen, infolge der feuchten Luft sehr gering war. Das dadurch entzogene Wasser wurde am nächsten Morgen durch neue Mengen ersetzt, so dass die obersten Schichten der Gartenerde fortwährend feucht blieben. Deshalb zeigten die Samen, welche während dieser Keimungszeit keimten, auch bei niederen Feuchtigkeitsmengen, sehr gute Resultate. Nur so, aus dem oben gesagten kann man die grosse Keimzahl einiger Samenarten, wie auch ihre niedrige Minimum-Feuchtigkeitsgrenze erklären.

inum usitatissimum L.

S. Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekieimt: auf der thonigen Gartenerde.

	Prozente der Samen mit Radicula, welche während der Keimungs- dauer verfaulten	Prozente der nicht gekieimten Samen	Nach zweiter Auslegung nachdem die Samen mit Wasser reichlich versorgt waren, gaben normale Keimlinge	Keimungsdauer in Tagen	Keimungsenergie in Tagen			Luft-Temperatur im Glashause C°		
					in 9	in 10	in 11	Min	Mitt	Max
10	28 0/10	20 0/10	58	16	—	—	1	8	18	37
"	41 "	45 "	23	17	4	8	8	"	"	"
"	37 "	8 "	—	20	7	16	32	8	20,5	39
"	6 "	—	—	20	17	76	87	"	"	"
"	—	—	—	11	3	85	100	"	18	37
"	—	—	—	10	98	100	100	"	"	"
"	20 "	—	—	10	—	80	—	18	21	23

nachher nach und nach aus, und man konnte am weiteren Fortwachsen befähigt waren.

Nach einigen Tagen, welche oben bei jedem Samen angegeben sind, kam sehr warmes und sonniges Wetter. Die Folge war, dass die Temperatur im Glashause über Tag nie unter 25° C sank, und am Nachmittage sogar auf 39° C stieg. Infolge dessen vertrockneten sehr schnell die obersten Schichten der Gartenerde, auf welchen die Samen unmittelbar zur Keimung ausgelegt waren, wodurch die Keimung, besonders der nicht mit Wasser reichlich versorgten Samen (18,18% (40) und 24,24% (80) äusserst gehemmt wurde. Die Samen, deren Würzelchen nicht tief in die untersten Schichten der Gartenerde, wo die Feuchtigkeit noch vorhanden war, eindringen konnten, vertrockneten und verfaulten ohne Ausnahme. Die dagegen mit Wasser reichlich versorgten Samen keimten ausgezeichnet, ebenso die Samen bei der Maximum-Feuchtigkeit: 60,6% (200), weil das überschüssige Wasser viel schneller verdunstete, sodass

Die Läng

33. Gerst

Varietät: Hanna. **Stammt:** vom Versuchsfelde zu Halle a.

[illegible]

Die Län

34. H a f e

Varietät: Anderbecker. Stammt: vom Versuchsfelde zu Ha

[illegible]

der Keime.

Hordeum distichum L.

Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekieimt: auf thoniger Gartenerde.

Keimungsdauer: 17 Tage				Keimungsdauer: 17 Tage				Keimungsdauer: 17 Tage			
42,0% (140) Feuchtigkeit				48,48% (160) Feuchtigkeit				60,6% (200) Feuchtigkeit			
Plumula		Radicula		Plumula		Radicula		Plumula		Radicula	
Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl
8	4	11,5-10	22	14	7	18-17	2	14-12	1	12	
5-5,5	18	10-8	16	14-12	25	15-16	3	12-10	3	10-9	
5-4	48	8-5	21	12-10	30	13-11	2	5-6	2	5	
4-3	24	5-2	12	10-8	10	9-7	2	2	1	3	
3-2	5	unter 1	7	6-5	5	5-3	—	—	4	unter 1	
2-1	—	—	4	unter 1	4	2-1	—	—	—	—	
unter 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

der Keime.

Avena sativa L.

S. Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekieimt: auf thoniger Gartenerde.

Keimungsdauer: 23 Tage				Keimungsdauer: 23 Tage				Keimungsdauer: 21 Tage			
42,42% (160) Feuchtigkeit				48,48% (160) Feuchtigkeit				60,6% (200) Feuchtigkeit			
Plumula		Radicula		Plumula		Radicula		Plumula		Radicula	
Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl
12-10	29	21-19	2	13	2	20	1	6	1	4	
10-8	20	16-13	15	10-8	7	20-17	2	0,2-0,3	1	1,5	
8-6	22	12-9	9	8-6	2	16,5	—	—	1	0,2	
6-4	4	5-3	5	6-5	2	15,5	—	—	—	—	
2-1	10	unter 1	10	3-2	4	15,5-13	—	—	—	—	
unter 1	—	—	8	unter 1	3	13-12	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	2	10	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	8	8,5-7	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	7	3-2	—	—	—	—	

Die Länge

35. Winterweizen.

Varietät: weisskörniger. Stamm: aus Serbien (Wranje).

Keimungsdauer: 27 Tage				Keimungsdauer: 25 Tage				Keimungsdauer: 18 Tage			
18,18‰ (60) Feuchtigkeit				24,24‰ (80) Feuchtigkeit				30,3‰ (100) Feuchtigkeit			
Plumula		Radicula		Plumula		Radicula		Plumula		Radicula	
Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm
24	8—7	26	10—12	17	11—9	Die Wurzeln waren so miteinander verwachsen, dass das Messen derselben unmöglich war.		19	8,5—7	41	14—
15	7—5	8	9—7	25	9—8			27	7—5	20	12—
8	5—3	14	7—5	12	8—6			21	5—4	22	10—
4	3—2	16	5—3	15	6—5			9	4,5	6	5—
21	unter 1	6	2—1	3	5—3			6	1,5—0,5	4	unter
—	—	2	unter 1	5	3—1			4	unter 1	—	—
—	—	—	—	15	unter 1			—	—	—	—
—	—	—	—	—	—			—	—	—	—

Die Länge

36. Roggen.

Varietät: Zeeländer. Stamm: vom Versuchsfelde zu Halle a. S.

Keimungsdauer: 17 Tage				Keimungsdauer: 14 Tage				Keimungsdauer: 12 Tage			
24,24‰ (80) Feuchtigkeit				30,3‰ (100) Feuchtigkeit				36,36‰ (120) Feuchtigkeit			
Plumula		Radicula		Plumula		Radicula		Plumula		Radicula	
Die Zahl	Die Länge in cm			Die Zahl	Die Länge in cm	Maxim.-länge cm	Durchschnitts-länge cm	Maxim.-länge cm	Durchschnitts-länge cm	Maxim.-länge cm	Durchschnitts-länge cm
14	12—10	Die Wurzeln waren miteinander verwachsen, das Messen daher unmöglich.		42	8—6	12	9—10	3,5	1—2	6,5	3—
16	10—9			18	4—3	—	—	—	—	—	—
13	7,5—3			14	3—1,5	—	—	—	—	—	—
13	5—3			28	unter 1	—	—	—	—	—	—
5	3—2			—	—	—	—	—	—	—	—
33	unter 1			—	—	—	—	—	—	—	—
—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
—	—			—	—	—	—	—	—	—	—

der Keime.

Triticum vulgare L.

Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekemt: auf thoniger Gartenerde.

Keimungsdauer: 17 Tage				Keimungsdauer: 16 Tage				Keimungsdauer: 18 Tage			
66% (120) Feuchtigkeit				48,48% (160) Feuchtigkeit				60,6% (200) Feuchtigkeit			
Plumula		Radicula		Plumula		Radicula		Plumula		Radicula	
Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl
4 10—8,5	31	16,5—13	19	8,5—7	4	17—16	8	22—21	8	15	
6 8,5—7	39	13—10	15	7—5	16	16—13	16	17—15	27	13—10	
1 7—5	18	10—8	18	5—4	30	13—10	12	15—13	14	10—8	
6 7—6	6	5—3	17	4—2	30	10—7	11	13—10	24	8—5	
6 1,5—0,5	6	3—1	17	2—1	13	6—3	12	10—8	20	unter 3	
6 unt.0,5	9	unter 1	14	1—0,2	6	unter 1	12	8—5	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	6	5—3,5	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	24	unter 2	—	—	

der Keime.

Secale cereale L.

Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr. Eingekemt: auf thoniger Gartenerde.

Keimungsdauer: 11 Tage				Keimungsdauer: 12 Tage				Keimungsdauer: 15 Tage			
2,42% (140) Feuchtigkeit				48,48% (160) Feuchtigkeit				60,6% (200) Feuchtigkeit			
Plumula		Radicula		Plumula		Radicula		Plumula		Radicula	
Die Länge in cm	Durchschnitts- länge cm	Maxim.- länge cm	Durchschnitts- länge cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm
5,8	1—2	7,5	3—4	11	13	3	15	1	12	1	6
—	—	—	—	23	13—11	43	14—12	5	3—4,5	5	3—4,5
—	—	—	—	19	11—9	23	10—8	9	1—0,2	2	1—1,5
—	—	—	—	21	9—7	15	6—3	—	—	6	0,1—0,2
—	—	—	—	6	5—4	7	3—1	—	—	—	—
—	—	—	—	8	2,5—1	13	unter 1	—	—	—	—
—	—	—	—	6	unter 1	—	—	—	—	—	—

Die Länge der Keime.

37. Mais. Zea Mays L.

Varietät: gelber, grosskörniger. Stamm: aus Serbien (Wranje). Alt: $\frac{3}{4}$ Jahr.
Eingekeimt: in thoniger Gartenerde.

Keimungsdauer: 22 Tage				Keimungsdauer: 22 Tage				Keimungsdauer: 22 Tage			
80,3 % (100) Feuchtigkeit				42,42 % (140) Feuchtigkeit				48,48 % (160) Feuchtigkeit			
Plumula		Radicula		Plumula		Radicula		Plumula		Radicula	
Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm	Die Zahl	Die Länge in cm
1	2,5	1	10	5	17-14	3	27-26	1	30	1	28
1	1	2	4	2	11-10	4	23-21	1	18	2	15
—	—	3	1-0,5	2	5-4	1	15	2	11-12	2	14
—	—	—	—	4	unter 1	2	8	3	11-9	5	5
—	—	—	—	—	—	2	5	4	6-5	2	4
—	—	—	—	—	—	5	unter 2	2	3-2	4	3
—	—	—	—	—	—	—	—	11	unter 1	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	unter 2	—

das jeden Morgen zugegebene Wasser das Gleichgewicht der Feuchtigkeit über den ganzen Tag nicht zu erhalten vermochte. *)

Hafer und Gerste keimten während der feuchten Witterung, die Keimungsprozente aber der mit einer Maximum-Feuchtigkeit von 60,6% (200) versehenen Samen waren sehr klein: Hafer 3%, Gerste 9%; die übrigen gingen, wie aus den Tabellen zu ersehen ist, gänzlich zu Grunde.

Bei Winterweizen, Lein, Zuckerrübe und Roggen, welche während der Keimungsdauer mehr warme Tage hatten, zeigte sich die prozentige Keimfähigkeit grösser. Die Zuckerrübe war hier besonders empfindlich der Feuchtigkeit gegenüber; denn solange die Nässe dauerte, keimte gar kein Knäuel, sobald sie aber nachliess und warme Tage eintraten, keimten alle übrig gebliebenen, durch übermässige Feuchtigkeit noch nicht verdorbenen Knäuel.

Der Lein lieferte bei 18,18% (60) und 24,24% (80) Feuchtigkeit in den ersten (feuchten) Tagen (s. 32. Tab. Lein) nur 2 + 11 normale Pflänzchen, die übrigen Samen zeigten nur die Radicula oder keimten nicht, und zwar hatten von den Samen bei 18,18% (60) Feuchtigkeit nur 28 die Radiculä von denen bei 24,24% (80) nur 41. Darauf kamen warme Tage und alle entwickelten Radiculae vertrockneten. 16 Tage später, als der Versuch abgebrochen war, wurden diese zwei Tonschalen mit den verschiedenen Feuchtigkeitsgraden reichlich mit Wasser begossen, wonach das Ergebnis (s. 32. Tab. Lein, Rubrik: „nach zweiter Auslegung“) folgendes war: nur die vorher nicht gekeimten Samen gaben normale Pflänzchen, die bereits angekeimten Samen mit der vertrockneten Radiculae verfaulten alle.

Dasselbe war der Fall bei der Zuckerrübe; von vornherein spitzten ungefähr (von den Knäueln bei 18,80% (90) bis 30. Sobald das trockene Wetter eintrat, vertrock-

*) In den Thonschalen mit 60,6% (200) und 66,66% (220) Feuchtigkeit stand während der feuchten Witterung das Wasser stets 3—4 mm hoch über die Oberfläche der Gartenerde; als die trockene Witterung eintrat, verschwand es dagegen vollständig von der Oberfläche.

neten alle Würzelchen, ebenso die Keimlinge, deren Cotyledonen noch nicht aus den Knäueln herausgekommen waren.

Es sind hier noch einige Nachteile der Oberflächen-
saat zu bemerken, insbesondere bei der Zuckerrübe. Hier wird der Knäuel meistens von dem erst angekeimten Keimling aufgehoben; der aufgehobene und schon vertrocknete Knäuel, samt seinen noch nicht ausgekeimten Samen, bleibt auf den grünen Cotyledonen hängen und dadurch wird einerseits das völlige Herausschlüpfen der nur eben erst erschienenen Cotyledonen gehindert und andererseits wird das Keimen der übrigen an demselben Knäuel noch vorhandenen Samen unmöglich. Meistens bleiben die Cotyledonen in den verhärteten Kelchen fest verkeilt und werden nach und nach zum Absterben gebracht, weil die zum Fortwachstum erforderliche Assimilation ihnen unmöglich ist. Die Folge davon ist eine schlechte Keimung in jeder Beziehung.

II. Versuch.

In diesem zweiten Versuche, der mehr der Praxis entsprechen sollte, wurden grosse Tonschalen von 30—40 cm im Durchmesser benutzt, bis oben mit Gartenerde gefüllt und in jede je 200 Körner, mit Ausnahme der Gerste, von welcher nur 100 genommen wurden, oben auf die Oberfläche der Gartenerde zur Keimung ausgelegt und unbedeckt gelassen.

In jeder Thonschale wurde solange Wasser zugegeben, bis die Gartenerde vollständig mit Wasser gesättigt war. Dieselben wurden im Institutsgarten im Freien aufgestellt und zwar an einer Stelle, welche dem Regen und den Sonnenstrahlen vollständig ungehindert ausgesetzt war.

Die ersten Tage waren sehr feucht und regnerisch, die Tonschalen waren dabei bis an die Ränder mit Wasser voll. Nach 4 Tagen spitzten schon die Mehrzahl der Samenarten, mit Ausnahme der Zuckerrübe und des Maises. Bei Lein und grünbleibender Erbse keimten alle 200 Körner.

Bei Hafer, Winterweizen und Gerste keimte nur eine geringe Zahl der Samen nicht.

Nach den ersten 4 Tagen trat starke Hitze ein und die keimenden Samen samt ihren entwickelten Pflanzenteilen vertrockneten. Dieser ziemlich hohen Temperatur wurden die keimenden Samen 6 Tage lang (Versuchsdauer 10 Tage) Tag und Nacht ausgesetzt. Die Sonnenschein-, gleichwie die Feuchtigkeitsverhältnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

38. Dauer und Intensität des Sonnenscheins und
Maass der Niederschläge im Garten.

Datum	Die Zahl der Stunden	Inssler- tionmaxi- mum - Ter- mometer	Nieder- schläge	Bemerkung
22. Mai	4,60	39,3	0,6	Regen
23. "	1,20	26,9	4,5	"
24. "	—	30,7	1,0	"
25. "	0,65	40,2	4,9	feucht
26. "	6,20	40,5	1,1	Regen und Sonne
27. "	2,15	38,2	—	trüb
28. "	13,75	46,1	—	Sonne
29. "	13,60	51,5	—	s. stark. Sonnensch.
30. "	11,55	50,4	—	" " "
31. "	11,85	51,4	—	" " "
1. Juni	13,85	50,9	—	" " "
2. "	14,20	52,7	—	" " "

Nach den Angaben der meteor. Stat. des landw. Instituts beobachtet von Prof. Dr. P. Holdefleiss.

Nach zehntägiger Keimungsdauer unter freiem Himmel wurden alle 8 Thonschalen im Laboratorium untergebracht, reichlich mit Wasser begossen und jede Thonschale mit einer Glasplatte bedeckt, um das rasche Verdunsten des Wassers zu vermeiden.

Nach fünf Tagen zeigten sich folgende Ergebnisse :

1. Die Zuckerrübe und der Mais, welche in *den* ersten feuchten Tagen gar kein Leben zeigten, keimten *jetzt* sehr gut: bei der Zuckerrübe wurden 307 starke und normal aufgegangene Pflänzchen gefunden; Mais lieferte von 200 Körnern 148 gut entwickelte und zum weiteren Wachstum fähige Keimpflanzen, die übrige Zahl (52) der Körner verfaulte, ohne zu keimen.

2. Bei Winterweizen hatten von 200 Körnern nur 46 eine normal entwickelte Plumula, die Radicula war entweder durch Schimmelpilze zerstört und verfault oder überhaupt nur sehr kümmerlich ausgebildet (die Länge des Würzelchens meistens nur bis 0,5 cm), so dass die Aussicht auf das Fortwachsen sehr zweifelhaft war.

3. Hafer gab von 200 Körnern nur 35 gute und entwicklungsfähige Pflänzchen, die übrige Zahl verschimmelte und verfaulte.

4. Bei der Gerste gaben 100 Körnern 29 gut ausgebildete, normale und zur Fortentwicklung fähige Keimpflanzen; die übrigen 48 verfaulten und 23 Körner waren durch Zufall von Vögeln aufgefressen worden.

5. Beim Roggen wurden von 200 Körnern nur 15 aufgegangene Keimpflanzen gefunden und zwar von sehr kümmerlichem Aussehen; die übrigen verfaulten und wurden von Schimmelpilzen heimgesucht.

6. Lein verfaulte vollständig, ohne eine einzige Pflanze zu liefern.

7. Die Erbsen, welche von vornherein alle angekeimt hatten, verfaulten sämtlich ohne weiter fortzuwachsen und wurden von Schimmelpilzen so stark befallen, dass man nur einen weissen Rasen auf der Oberfläche der Gartenerde bemerkte.

Überblickt man sämtliche nun mitgeteilte Versuchsergebnisse der beiden Versuche, so ergibt sich, dass das blosse Obenaufliegen der Saat, abgesehen von der Gefahr durch Vögel, für eine möglichst kräftige, gleichmässig und

sichere Entwicklung der jungen Keimpflanzungen, wie solche bei einer rationellen Kultur offenbar anzustreben ist, die mannigfachsten Nachteile im Gefolge hat:

1. Da die oberste Schicht auf dem Kulturboden bei trockener Witterung einen solchen Wasserverlust innerhalb kürzester Frist erleidet, dass sie kein Wasser an die aufliegenden Samen abgeben kann, — so ist die Keimung unmöglich.

2. Selbst bei dem Feuchtigkeitsgrade des Bodens, bei welchem tiefer untergebrachte Saat sehr gut keimt, kann kein Leben in den obenaufliegenden Samen erweckt werden.

3. Im günstigsten Falle, wenn nach der Aussat der Boden oberflächlich sich längere Zeit feucht erhält, geht jedenfalls das obenaufliegende Saatgut sehr schnell auf, aber da der bezeichnete Zustand der Oberfläche meist vorübergehend ist und beim Eintritt trockener Witterung die Erdschichten, welche die Keimpflänzchen mit Wasser zu versorgen haben, austrocknen, so sind dann die Keimpflanzen mehr oder weniger an ihrer Weiterentwicklung gehindert oder der Gefahr des Absterbens und Vertrocknens ausgesetzt, und zwar ist die Gefahr um so grösser, je jünger und zarter die Pflänzchen und hauptsächlich, je weniger und flacher die Würzelchen in den Boden eingedrungen sind.

4. Das obenaufliegende Saatgut ist der Gefahr des Verderbens solange ausgesetzt, als die Würzelchen noch nicht in die Erde tiefer eingedrungen sind; sobald sich dies vollzieht, sind die Pflanzen nicht mehr auf die Feuchtigkeit der obersten Schicht des Bodens angewiesen, sondern sie beziehen dann das nötige Wasser aus der unteren, an Feuchtigkeit reicheren Schicht.

5. Die obenaufliegenden Samen kommen viel später zur Entwicklung als die untergebrachten, und zeichnen sich durch ein kümmerliches und ungleichmässiges Wachstum aus.

6. Einmal angekeimte und wieder ausgetrocknete Körner der obenaufliegenden Saat sind von sehr zweifelhaftem Werte¹⁾ für die Weiterentwicklung.²⁾

7. Längeres Liegen der Maiskörner auf dem feuchten Boden, dessen Feuchtigkeitsgehalt nicht im Stande ist, das Keimen hervorzurufen, wirkt auf ihre Keimfähigkeit sehr nachteilig. Es ist auch für andere Samenarten nicht minder schädlich.

8. Die Getreidearten zeigten sich hier in jeder Hinsicht widerstandsfähiger als die Erbse und der Lein. Zuckerrübe und Mais verdarben entsprechend ihrer langsamen Wasseraufnahme und des dadurch veranlassten, späteren Erwachens des Embryos.

9. Die beim Keimen obenaufliegenden Samen können fast doppelt so viel Wasser vertragen als die bedeckten.

10. Je ungünstigere Feuchtigkeitsverhältnisse herrschen, um so langsamer verläuft die Keimung der Samen.

11. Die Minimum-Feuchtigkeitsgrenze ist beim Obenliegen bei Weizen, Hafer, Roggen, Gerste, Lein und Zuckerrübe zwischen 18,18 % (60) und 11,12 % (40); beim Mais ergab sich als Minimalgrenze der Feuchtigkeitsgrad von 30,3 % (100).

12. Die Maximum-Feuchtigkeitsgrenze liegt beim Lein, Winterweizen, Roggen und Mais etwas über 66,66 % (220); bei Zuckerrübe, Hafer und Gerste zwischen 60, % (200) und 66,66 % (220).

1) In dieser Beziehung zeigten sich Hafer, Weizen, Gerste und Roggen widerstandsfähiger als Lein und Erbse.

2) Wollny („Saat und Pflege“ S. 555 . . .) urteilt über diese Erscheinung, dass, um die Fortexistenz der Pflanzen zu ermöglichen, bei den Versuchen an Stelle der bei der Austrocknung meist absterbenden Wurzeln neue auf Kosten der in den Samen enthaltenen Reservestoffe gebildet werden müssen und hierdurch das Fortwachsen der Pflanze einerseits verzögert, andernteils die Entwicklung wegen Verlustes einer gewissen Menge wertvoller Bildungstoffe herabgemindert wird.



Lebenslauf.

Geboren am 6. Januar (alt. St.) 1880 zu Wranje in Serbien, orthodox-katholischer Konfession, erhielt ich meine Schulbildung an den Staats-Gymnasien zu Wranje (7 Klassen) und Nisch (VIII. Klasse), welch letzteres ich nach Erlangung des Maturitäts-Zeugnisses 1899 verliess.

Im Oktober 1899 begab ich mich nach Halle a. S., wo ich mich 7 Semester hindurch den landwirtschaftlichen Studien widmete. Während dieser Zeit hörte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Dozenten:

Albert, Conrad, Disselhorst, Dorn, Fischer,
von Fritsch, Falke, Holdefleiss, Klebs, Kühn,
Maerker, Riehl und Volhard.

Es ist mir hier eine angenehme Pflicht, allen meinen verehrten Herren Lehrern meinen herzlichsten Dank auszusprechen, besonders aber Herrn wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. J. Kühn für gütigen Rat und für die Erlaubnis zur Benutzung des landwirtschaftlichen Laboratoriums, auch Herrn Prof. Dr. P. Holdefleiss für seine freundliche Anteilnahme an meiner Arbeit.





IFRUEL

C0262



157905

